



**ITS**

Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

**TUGAS AKHIR \_ TL 184834**

**KARAKTERISASI SIFAT AKUSTIK , FISIK,  
DAN MEKANIK KOMPOSIT POLYESTER  
BERPENGUAT NANOSELULOSA DAN  
SERBUK BAMBU BETUNG UNTUK  
APLIKASI PADA DASHBOARD**

Mimi Nur Indah Sari  
NRP. 02511440000016

Dosen Pembimbing  
Ir. Moh. Farid, DEA  
Dr. Diah Susanti, S.T, M.T.

Departemen Teknik Material  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2018



**TUGAS AKHIR – TL 184834**

**KARAKTERISASI SIFAT AKUSTIK, FISIK, DAN  
MEKANIK KOMPOSIT POLYESTER BERPENGUAT  
NANOSELULOSA DAN SERBUK BAMBU BETUNG  
UNTUK APLIKASI PADA DASHBOARD**

Mimi Nur Indah Sari  
NRP. 02511440000016

Dosen Pembimbing  
Ir. Moh. Farid, DEA  
Dr. Diah Susanti, S.T, M.T.

Departemen Teknik Material  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2018



**FINAL PROJECT – TL 184834**

**CHARACTERIZATION ACOUSTICAL, PHYSICAL,  
AND MECHANICAL PROPERTIES OF  
NANOCELLULOSE AND BETUNG BAMBOO  
POWDER REINFORCED POLYESTER COMPOSITES  
FOR DASHBOARD APPLICATION**

Mimi Nur Indah Sari  
NRP. 02511440000016

Advisor  
Ir. Moh. Farid, DEA  
Dr. Diah Susanti, S.T, M.T.

Departement of Material Engineering  
Faculty of Industrial Technology  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2018

**KARAKTERISASI SIFAT AKUSTIK, FISIK, DAN  
MEKANIK KOMPOSIT POLYESTER BERPENGUAT  
NANOSELULOSA DAN SERBUK BAMBU BETUNG  
UNTUK APLIKASI PADA DASHBOARD**

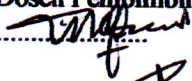

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada  
Program Studi S-1 Departemen Teknik Material  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**Oleh :**

**MIMI NUR INDAH SARI  
NRP. 02511440000016**

**Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:**

1. Ir. Moh. Farid, DEA..... (Pembimbing I)
2. Dr. Diah Susanti, S.T. M.T..... (Pembimbing II)



**KARAKTERISASI SIFAT AKUSTIK, FISIK, DAN  
MEKANIK KOMPOSIT POLYESTER BERPENGUAT  
NANOSELULOSA DAN SERBUK BAMBU BETUNG  
UNTUK APLIKASI PADA DASHBOARD**

**Nama** : Mimi Nur Indah Sari  
**Nrp** : 02511440000016  
**Departemen** : Teknik Material  
**Dosen Pembimbing** : Ir. Moh. Farid, DEA  
Dr. Diah Susanti, S.T, M.T.

**ABSTRAK**

Kebisingan adalah salah satu gangguan yang mengakibatkan ketidaknyamanan bagi pengendara. Oleh karena itu perlu adanya material yang dapat mengabsorpsi suara pada interior kendaraan. Komposit polyester berpenguat nanoselulosa dan serbuk bambu betung merupakan salah satu alternatif material penyerap suara yang dapat digunakan pada dashboard mobil. Tujuan penelitian ini adalah menganalisa pengaruh penambahan nanoselulosa dan serbuk bambu betung terhadap sifat akustik, fisik, dan mekanik. Fraksi massa nanoselulosa adalah 6% dan serbuk bambu betung adalah 0%, 5%, dan 15%. Dari hasil pengujian, nilai  $\alpha$  maksimal sebesar 0,64 pada frekuensi 1000 Hz pada komposit polyester/N6%/SB5%. Penambahan nanoselulosa membentuk pori yang tidak beraturan. Kekuatan tarik dan nilai modulus elastisitas maksimum sebesar 38,73 MPa dan 2,49 GPa pada komposit polyester/N6%/SB0%.

**Kata Kunci** : Polyester, Nanoselulosa, Bambu Betung, Koefisiensi Absorpsi Suara, Sifat Mekanik

*(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)*

**CHARACTERIZATION ACOUSTICAL, PHYSICAL,  
AND MECHANICAL PROPERTIES OF  
NANOCELLULOSE AND BETUNG BAMBOO  
POWDER REINFORCED POLYESTER COMPOSITES  
FOR DASHBOARD APPLICATION**

**Name** : Mimi Nur Indah Sari  
**Nrp** : 02511440000016  
**Departement** : Material Engineering  
**Advisor** : Ir. Moh. Farid, DEA  
Dr. Diah Susanti, S.T, M.T.

**ABSTRACT**

Noise is one of the disturbances that cause inconveniences for driver. Therefore there is a need for material that can absorb sound in the interior of vehicle. Nanocellulose and betung bambu powder reinforced polyester composites is an alternative sound absorbing material that can be used on the car dashboard. The purpose of this research was to analyze the effect of adding nanocellulose and betung bamboo powder on acoustical, physical, and mechanical properties. Mass fraction of nanocellulose was 6% and betung bambu powder was 0%, 5%, and 15%. From test result, the value of maximum  $\alpha$  was 0,64 in the 1000Hz frequency from polyester/N6%/SB5% composites . Nanocellulose forming random pores. The maximum tensile strength and modulus of elasticity was 38,73 MPa and 2,49 GPa from polyester/N6%/SB0% composites.

**Key word** : Polyester, nanocellulose, betung bamboo, sound absorption coefficient, mechanical properties

*(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)*



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat, taufiq, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“Karakterisasi Sifat Akustik, Fisik, dan Mekanik Komposit Polyester Berpenguat Nanoselulosa dan Serbuk Bambu Betung untuk Aplikasi pada Dashboard”** sebagai salah satu persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik (S.T.)

Selama melaksanakan dan menyelesaikan tugas akhir ini penulis telah banyak mendapatkan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Pada kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak dan Ibu yang senantiasa memberikan dukungan dan mendoakan selama proses pengerjaan tugas akhir ini.
2. Rudi Irvanto sebagai suami yang senantiasa memberikan dukungan moril maupun materiil dan senantiasa mendoakan
3. Bapak Ir. Moh. Farid, DEA selaku dosen pembimbing 1 yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan motivasi selama proses pengerjaan tugas akhir ini.
4. Bu Dr. Diah Susanti, S.T, M.T. selaku dosen pembimbing 2 yang baik hati telah memberikan bimbingan, masukan, dan saran selama proses pengerjaan tugas akhir ini.
5. Reyhan Efriansyah dan Shocibul ma'arif yang membantu dalam belajar mengenai tugas akhir ini
6. Teman-teman MT 16 dan MT 15 yang senantiasa memberikan dukungan
7. Dan pihak lain

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis menyadari bahwa masih ada kekurangan. Harapannya pembaca dapat

mengambil ilmu yang ada dan memberikan kritik maupun saran untuk kemajuan teknologi di masa yang akan datang.

Surabaya, Januari 2019

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>COVER.....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>ix</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xvii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Pengertian Komposit.....	5
2.2 Komponen dalam Komposit .....	6
2.3 Polyester.....	9
2.4 Bambu Betung .....	11
2.5 Selulosa .....	13
2.6 Nanoselulosa .....	15
2.7 Hukum Pencampuran .....	17
2.8 Gelombang dan Bunyi .....	18
2.9 Material akustik .....	21
2.10 Koefisiensi Serap Bunyi.....	22
2.11 Dashboard .....	25
2.12 Penelitian Terdahulu .....	26
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Diagram Alir .....	29

3.2 Bahan dan Peralatan.....	31
3.3 Variabel Penelitian.....	39
3.4 Metode Penelitian .....	39
3.5 Rancangan Penelitian.....	49
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Preparasi Komposit.....	51
4.2 Analisa FTIR.....	54
4.3 Analisa SEM .....	58
4.4 Analisa Koefisiensi Absorpsi Suara.....	60
4.5 Analisa Kekuatan Tarik .....	63
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan .....	67
5.2 Saran .....	67
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>xix</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>xxiii</b>
<b>BIODATA PENULIS.....</b>	<b>xxxi</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Reaksi Pembentukan UPR .....	10
Gambar 2.2 Gambar 3D dari Rantai Selulosa.....	13
Gambar 2.3 (a) Struktur Molekul dari Selulosa (b) Ikatan Beta diantara Molekul Glukosa.....	14
Gambar 2.4 Struktur Selulosa dari Tumbuhan.....	15
Gambar 2.5 Gambar Hasil Microskop Elektron dari Tiga Tipe Nanoselulosa : CNCs, CNFs, BC .....	16
Gambar 2.6 Gelombang Elektromagnetik .....	19
Gambar 2.7 Gelombang Transversal .....	20
Gambar 2.8 Geombang Longitudinal.....	20
Gambar 2.9 Mekanisme Penyerapan Suara .....	24
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian .....	29
Gambar 3.2 Diagram Alir Pembuatan Komposit.....	30
Gambar 3.3 Nanoselulosa .....	31
Gambar 3.4 Serat Bambu Betung .....	32
Gambar 3.5 NaOH .....	32
Gambar 3.6 Unsaturated Polyester Resin (UPR) .....	33
Gambar 3.7 Katalis .....	34
Gambar 3.8 Styrene Monomer.....	35
Gambar 3.9 Cetakan Uji Koefisiensi Absorpsi Suara.....	35
Gambar 3.10 Blender .....	36
Gambar 3.11 Mesin Sieving .....	37
Gambar 3.12 Alat Uji SEM .....	37
Gambar 3.13 Alat Uji FTIR .....	38
Gambar 3.14 Alat Uji Koefisiensi Absorpsi Suara .....	38
Gambar 3.15 Alat Uji Tarik.....	39
Gambar 3.16 Perendaman Serat dalam NaOH.....	40
Gambar 3.17 Serat Bambu Kering.....	40
Gambar 3.18 Proses Pencacahan Serat .....	41
Gambar 3.19 Proses Sieving Serbuk Bambu Betung.....	42
Gambar 3.20 Serbuk Bambu yang telah Ditimbang .....	42

Gambar 3.21 Dimensi Spesimen Uji SEM .....	43
Gambar 3.22 Diagram Cara Kerja SEM .....	44
Gambar 3.23 Spesimen Uji Absorpsi Suara.....	46
Gambar 3.24 Spesimen Uji Tarik .....	47
Gambar 3.25 Dimensi Spesimen Uji Tarik.....	48
Gambar 3.26 Spesimen Uji Tarik dalam Cetakan.....	48
Gambar 4.1 Hasil Preparasi Spesimen Uji SEM maupun FTIR (a) UPR/nanoselulosa 6% (b) UPR/nanoselulosa 6%/SB 5% (c) UPR/nanoselulosa 6%/SB 15% .....	51
Gambar 4.2 Hasil Preparasi Spesimen Uji Koefisiensi Absorpsi Suara (a) UPR/nanoselulosa 6% (b) UPR/nanoselulosa 6%/SB 5% (c) UPR/nanoselulosa 6%/SB 15% .....	52
Gambar 4.3 Hasil Preparasi Spesimen Uji Tarik (a) UPR/nanoselulosa 6% (b) UPR/nanoselulosa 6%/SB 5% (c) UPR/nanoselulosa 6%/SB 15% .....	53
Gambar 4.4 Hasil Uji FTIR Komposit UPR/nanoselulosa/Serbuk Bambu Betung .....	54
Gambar 4.5 Hasil Uji SEM (a) UPR/nanoselulosa 6% (b) UPR/nanoselulosa 6%/SB 5% (c) UPR/nanoselulosa 6%/SB 15% .....	59
Gambar 4.6 Pengaruh Penambahan Nanoselulosa dan Serbuk Bambu Betung terhadap Koefisiensi Absorpsi suara.....	62
Gambar 4.7 Grafik Kekuatan Tarik Komposit UPR/nanoselulosa/SB.....	63
Gambar 4.9 Grafik nilai Modulus Elastisitas Komposit UPR/nanoselulosa/SB.....	65

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat dari Polyester tak Jenuh.....	11
Tabel 2.2 Koefisiensi Penyerapan Bunyi Material Akustik..	23
Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu .....	27
Tabel 3.1 Rancangan Penelitian.....	49
Tabel 4.1 Daerah Serapan Infra Merah Komposit UPR/nanoselulosa 6%.....	55
Tabel 4.2 Daerah Serapan Infra Merah Komposit UPR/nanoselulosa 6%/SB 5% .....	55
Tabel 4.3 Daerah Serapan Infra Merah Komposit UPR/nanoselulosa 6%/SB 15% .....	57
Tabel 4.4 Pengaruh Penambahan Fraksi Massa Serbuk Bambu Betung terhadap Nilai Koefisiensi Absorpsi suara UPR/nanoselulosa 6%.....	60

*(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)*



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Seiring dengan berkembangnya zaman, berbagai penelitian telah dilakukan. Salah satunya adalah penelitian serat alam. Serat alam meliputi serat yang berasal dari tumbuh-tumbuhan, hewan, dan proses geologis. Ketersediaan di alam yang melimpah, kuat, dan elastis menjadi keunggulan dari serat alam.

Nanoselulosa merupakan salah satu jenis serat alam dari selulosa yang ditandai dengan peningkatan kristalinitas, peningkatan kemampuan dispersi serta biodegradasi. Adanya kemampuan ini, partikel nanoselulosa dapat digunakan sebagai filler penguat polimer, aditif untuk produk-produk biodegradable, penguat membran, pengental untuk dispersi, dan media pembawa obat serta implan (leolovich, 2012).

Komposit matrix polimer sering digunakan dalam pembuatan komposit, sifatnya yang lebih ringan dibanding logam dan keramik dan biaya produksi yang rendah menjadikan matrix polimer banyak diminati. Material polimer yang umumnya digunakan adalah polimer jenis termoset. Pemilihan bahan ini didasarkan bahwa polimer termoset memiliki ketahanan terhadap temperatur dan bahan kimia. Contohnya adalah polyester. Polyester merupakan bahan termoseting yang banyak beredar dipasaran karena harganya yang relatif murah dan dapat diaplikasikan untuk berbagai macam penggunaan.

Dalam lalu lintas berkendara, kebisingan adalah salah satu gangguan atau polusi yang mengakibatkan ketidaknyamanan bagi pengendara. Kebisingan yang



disebabkan lalu lintas memiliki tekanan bunyi 80-100 dB. Berdasarkan perMen LH no.7 tahun 2009 disebutkan bahwa batas maksimal suara pada kendaraan roda empat berpenumpang dibawah 8 orang adalah 77-80 dB (Mediastika, 2009). Hal ini mendorong adanya peningkatan material absorpsi suara yang ditambahkan pada kendaraan roda empat untuk memprioritaskan kenyamanan pada pengendara, sehingga pengendara dapat mengemudi tanpa mendengar kebisingan yang mengganggu.

Pembuatan komposit matrix polyester dengan campuran nanoselulosa dengan fraksi massa 6% dan serbuk bambu betung 0%, 5% dan 15% diharapkan mempunyai kemampuan absorpsi suara yang baik serta memiliki kekuatan yang tinggi pada aplikasi dashboard mobil.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh penambahan nanoselulosa dan serbuk bambu betung terhadap nilai koefisiensi absorpsi suara komposit polyester ?
2. Bagaimana pengaruh penambahan nanoselulosa dan bambu betung terhadap sifat mekanik dan sifat fisik komposit polyester ?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :



1. Menganalisis pengaruh penambahan nanoselulosa dan bambu betung terhadap nilai koefisiensi absorpsi suara komposit polyester ?
2. Menganalisis pengaruh penambahan nanoselulosa dan serbuk bambu betung terhadap sifat mekanik dan sifat fisik komposit polyester ?

#### **1.4 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Adanya pengotor pada serat diabaikan
2. Ukuran serat dianggap homogen
3. Kadar uap air dan gas pada serat dianggap tidak berpengaruh

*(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)*

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengertian Komposit**

Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material pembentuknya, dimana sifat dari masing-masing material pembentuknya berbeda. Komposit merupakan sistem yang menggabungkan bahan matriks sebagai pengikat dengan bahan lain sebagai fasa pengisi. Material komposit mempunyai sifat dari material konvensional pada umumnya, dari proses pembuatannya melalui proses pencampuran yang tidak homogen, sehingga kita dapat dengan leluasa merencanakan kekuatan material komposit yang kita inginkan dengan jalan mengatur komposisi dari material pembentuknya. (Matthews, 1993).

Ada tiga faktor yang menentukan sifat- sifat dari material komposit, yaitu:

1. Material pembentuk. Sifat-sifat intrinsik material pembentuk memegang peranan yang sangat penting terhadap pengaruh sifat komposisinya
2. Susunan struktural komponen. Dimana bentuk serta orientasi dan ukuran tiap-tiap komponen penyusun struktur dan distribusinya merupakan faktor penting yang memberi kontribusi dalam penampilan komposit secara keseluruhan.
3. Interaksi antar komponen. Karena komposit merupakan campuran atau kombinasi komponen- komponen yang berbeda baik dalam hal bahannya maupun bentuknya, maka sifat kombinasi yang diperoleh pasti akan berbeda (Sirait, 2010).



## **2. 2 Komponen dalam Komposit**

### **2.2.1 Matrik**

Matrix dalam komposit berfungsi sebagai pemberi bentuk serta transfer tegangan yang diteruskan kepada filler atau reinforced. Sifat dari matriks pada komposit juga menentukan sifat dari komposit itu sendiri. Sifat-sifat matrik mempunyai sifat mekanis yang baik, kekuatan ikatan yang baik, ketangguhan yang baik, dan tahan terhadap temperatur (Ellyawan, 2008).

matrik dalam struktur komposit dapat dibedakan menjadi :

#### **1. Komposit Matrik Polimer (Polymer Matrix Composites – PMC)**

Jenis matrik polimer ini sering digunakan pada pembuatan komposit, sifatnya yang lebih ringan dibanding logam dan keramik dan biaya produksi yang rendah menjadikan matriks polimer banyak diminati. Jenis polimer yang sering digunakan (Sudira, 1985) :

##### **a. Thermoplastic**

Thermoplastic adalah plastik yang dapat dilunakkan berulang kali (recycle) dengan menggunakan panas. Thermoplastic merupakan polimer yang akan menjadi keras apabila didinginkan. Thermoplastic akan meleleh pada suhu tertentu, melekat mengikuti perubahan suhu dan mempunyai sifat dapat balik (reversibel) kepada sifat aslinya, yaitu kembali mengeras bila didinginkan. Contoh dari thermoplastic yaitu, Nylon 66, PP, PTFE, PET.

##### **b. Thermoset**



Thermoset tidak dapat mengikuti perubahan suhu (irreversibel). Bila sekali pengerasan telah terjadi maka bahan tidak dapat dilunakkan kembali. Pemanasan yang tinggi tidak akan melunakkan thermoset melainkan akan membentuk arang dan terurai karena sifatnya yang demikian sering digunakan sebagai tutup ketel, seperti jenis-jenis melamin. Plastik jenis thermoset tidak begitu menarik dalam proses daur ulang karena selain sulit penanganannya juga volumenya jauh lebih sedikit (sekitar 10%) dari volume jenis plastik yang bersifat thermoplastic. Contoh dari thermoset yaitu Polyester, Epoksida, Bismaleimida (BMI), dan Poli-imida (PI).

## 2. Komposit Matrik Logam (Metal Matrix Composites – MMC)

Bahan ini menggunakan suatu logam seperti aluminium sebagai matrik dan penguatnya dengan serat seperti silikon karbida. Kelebihan MMC dibandingkan dengan PMC adalah transfer tegangan dan regangan yang baik, ketahanan terhadap temperature tinggi, tidak menyerap kelembapan, tidak mudah terbakar, kekuatan tekan dan geser yang baik serta ketahanan aus dan muai termal yang lebih baik sedangkan kekurangan MMC biayanya mahal dan standarisasi material dan proses yang sedikit. Contohnya aluminium beserta paduannya, titanium beserta paduannya, magnesium beserta paduannya. MMC sering digunakan pada komponen automotiv (blok-silinder-mesin, pulley, poros gardan, dll), Peralatan militer (sudu turbin, cakram kompresor, dll), Aircraft (rak listrik pada pesawat terbang) dan peralatan Elektronik.

## 3. Komposit Matrik Keramik (Ceramic Matrix Composites – CMC)



Bahan ini menggunakan keramik sebagai matrik dan diperkuat dengan serat pendek, atau serabut-serabut (whiskers) dimana terbuat dari silikon karbida atau boron nitride. Matrik yang sering digunakan pada CMC adalah gelas anorganic, keramik gelas, alumina dan silikon nitrida. Keuntungan dari CMC diantaranya dimensinya stabil bahkan lebih stabil dari pada logam, sangat tangguh bahkan hampir sama dengan ketangguhan dari cast iron, mempunyai karakteristik permukaan yang tahan aus, unsur kimianya stabil pada temperature tinggi, tahan pada temperatur tinggi (creep), kekuatan dan ketangguhan tinggi serta ketahanan terhadap korosi. Kerugian dari CMC adalah sulit untuk diproduksi dalam jumlah besar dan relative mahal. CMC biasanya digunakan pada proses kimia yaitu Filter, membran, seals, liners, piping, hangers.

### **2.2.2 Filler**

Filler merupakan unsur utama dalam komposit yang memberikan pengaruh terbesar terhadap karakterisasi material komposit. Filler berfungsi untuk menambah kekuatan dan kekakuan bahan. Jenis filler dalam komposit bisa berupa partikulat, fiber / serat, dan struktural.

#### **1. Komposit Filler Partikulat**

Komposit partikel merupakan komposit yang mengandung bahan penguat berbentuk partikel atau serbuk. Partikel sebagai bahan penguat sangat menentukan sifat mekanik dari komposit karena meneruskan beban yang didistribusikan oleh matrik. Ukuran, bentuk, dan material





partikel adalah faktor-faktor yang mempengaruhi sifat mekanik dari komposit partikel (Andri Sulian, 2008).

Hal yang perlu diperhatikan dalam pembuatan komposit partikel adalah menghilangkan unsur udara dan air karena partikel yang berongga atau memiliki lubang udara kurang baik digunakan dalam campuran komposit. Adanya udara dan air di sela-sela partikel dapat mengurangi kekuatan dan mengurangi ketahanan retal bahan. (Andri Sulian, 2008).

## 2. Komposit Filler Fiber/serat

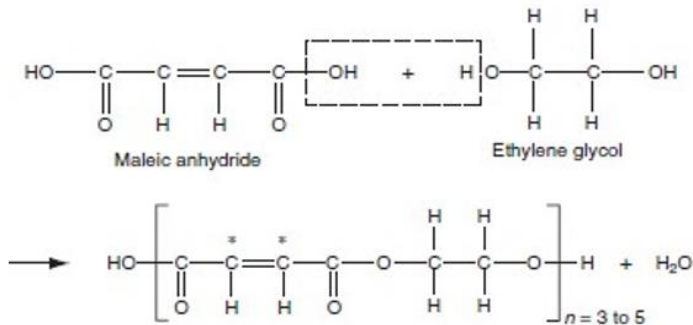
Bahan komposit serat terdiri dari serat–serta yang terikat oleh matrik yang saling berhubungan. Bahan komposit serat ini terdiri dari dua macam, yaitu serat panjang (continous fiber) dan serat pendek (short fiber dan whisker). Penggunaan bahan komposit serat sangat efisien dalam menerima beban dan gaya. Karena itu bahan komposit serat sangat kuat dan kaku bila dibebani searah serat, sebaliknya sangat lemah bila dibebani dalam arah tegak lurus serat.

## 2.3 Polyester

Bahan polimer yang biasa digunakan dalam pembuatan komposit adalah polimer jenis termoset. Pemilihan bahan ini didasarkan bahwa polimer termoset memiliki ketahanan terhadap suhu dan bahan kimia atau pelarut yang disebabkan wujudnya yang cair dan kekentalannya tidak terlalu tinggi sehingga mampu membasahi permukaan serat. Epoksi dan polyester merupakan polimer termoset yang biasa digunakan dalam pembuatan komposit polimer (Bhagwan,1980).



*Unsaturated polyester resin* (UPR) atau polyester tidak jenuh sering digunakan dalam industri komposit. UPR memiliki sifat kimia dan mekanik yang sangat baik, ketahanan terhadap bahan kimia dan lingkungan yang baik, dan harganya relatif murah. Keuntungan lainnya dari UPR yaitu mudah difabrikasi dan mudah diisi dan diperkuat dengan serat dalam bentuk cair (Kumar, 2009). Gambar 2.1 dibawah ini menunjukkan reaksi pembentukan UPR.



Gambar 2.1 Reaksi Pembentukan UPR (Mallick, 2008)

Polyester tidak jenuh dibagi ke dalam jenis atau kelas tergantung pada struktur dasar blok. Kelas tersebut adalah ortoftalat, isophthalik, terephthalat, bisphenol-fumarat dan klorendik disiklopentadien. Sifat Fisik dan Kimia dari polyester tak jenuh sangat berkaitan erat dengan identifikasi penanganan, pencampuran aplikasi dari polyester ini sendiri. Sifat-sifat polyester dapat kita lihat pada tabel 2.1



Tabel 2.1 Sifat dari Poliester tak Jenuh (Joao, 2014)

Property	Polyester
Viscosity at 250C $\mu$ (cP)	250-350
Density $\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	1.09
Heat Distortion Temperature HDT (°C)	85
Modulus of Elasticity E (GPa)	3.3
Flexural Strength (MPa)	45
Tensile Strength (MPa)	40
Maximum Elongation (%)	1

## 2.4 Bambu Betung

Bambu Betung (*Dendrocalamus asper*) ialah bambu yang amat kuat, dengan jarak ruas pendek, tetapi memiliki dinding yang tebal sehingga tidak begitu liat. Garis tengah bambu betung 80-130 mm, panjang batang 10-20 m. Bambu ini sering ditanam dan tumbuh pada daerah ketinggian 1900 mdpl. (Janssen, 1998)

Janssen (1988) memberikan rekomendasi tentang keunggulan bambu sebagai berikut:

- Bambu dapat tumbuh sangat cepat dan dapat dibudidayakan secara cepat serta modal dapat diputar berkesinambungan.
- Bambu mempunyai sifat-sifat mekanika yang baik.
- Pengerjaan bambu hanya membutuhkan peralatan yang sederhana.
- Kulit luar bambu mengandung banyak silika yang membuat bambu terlindungi.

Bambu termasuk zat higroskopis, artinya bambu mempunyai afinitas terhadap air, baik dalam bentuk uap maupun cairan. Kayu atau bambu mempunyai kemampuan



mengabsorpsi atau desorpsi yang tergantung dari suhu dan kelembaban udara disekelilingnya. Menurut Liese (1980), kandungan air dalam batang bambu bervariasi baik arah memanjang maupun arah melintang. Hal itu tergantung dari umur, waktu penebangan dan jenis bambu. Janssen (1980) menyatakan bahwa kekuatan tarik bambu akan menurun dengan meningkatnya kadar air, kekuatan tarik maksimum bagian luar bambu paling besar dibandingkan dengan bagian-bagian yang lain.

Bambu betung memiliki serat yang panjang yaitu 4,69 mm. Serat yang panjang ini akan membantu terbentuknya jalinan ikatan antar serat yang lebih baik sehingga memiliki kekuatan yang tinggi dan tidak mudah ditembus oleh cahaya (Haygreen dan Bowyer, 1996).

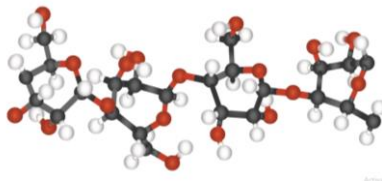
Tebal dinding serat dari bambu betung tipis yaitu 0,009 mm akan memudahkan serat untuk melembek dan menjadi pipih sehingga memberikan permukaan yang luas bagi terjadinya ikatan antar serat, akibatnya kekuatan tariknya tinggi (Casey, 1980).

Bambu betung memiliki prosentase zat terlarut dalam etanol benzena sebesar 0,91 % yang dengan kata lain sangat rendah. Akan tetapi prosentase zat terlarut dalam NaOH 1M tinggi yaitu sebesar 24,06 % . Zat terlarut dalam alkohol benzena antara lain resin, lemak, lilin dan tanin, sedangkan zat terlarut pada NaOH ialah lignin. Kehadiran zat lignin mengakibatkan sifat kegetasan serta menyebabkan resin tidak meresap sepenuhnya pada serat bambu sehingga ikatan antara serat dan matriks tidak cukup kuat dan mempengaruhi kekuatannya ketika pengujian tarik dilakukan. (Casey, 1980)



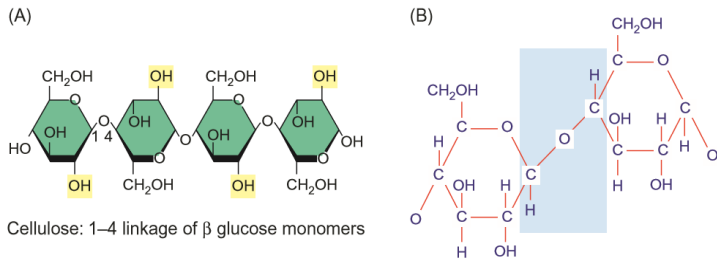
## 2. 5 Selulosa

Selulosa merupakan biopolimer yang sangat melimpah di dunia. Selulosa merupakan pengisi utama dalam dinding sel tanaman yang memberikan kontribusi 45% dari massa kayu. Komponen lainnya ialah hemiselulosa dan lignin (Grinshpan et al. 2017). Selulosa merupakan polisakarida yang struktur dasarnya mirip pati tetapi unit glukosanya berikatan dengan cara yang berbeda. Selulosa merupakan serat-serat panjang yang bersama-sama hemiselulosa, pektin dan protein membentuk struktur jaringan yang memperkuat dinding sel tanaman. Selulosa adalah polimer glukosa yang membentuk rantai linier dan dihubungkan oleh ikatan  $\beta$ -1,4- glikosidik seperti gambar 2.2 dibawah ini



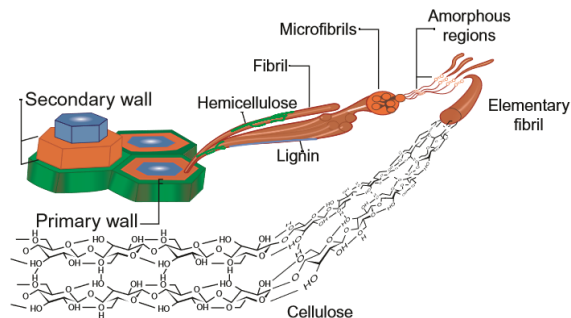
Gambar 2.2 Gambar 3D dari rantai selulosa (Naheed, 2017)

Sedangkan sruktur molekulnya dihasilkan dari perulangan molekul B-D-glucopyranose dan ikatan antara dua molekul glukosa dengan dihubungkan dengan ikatan beta seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.3



Gambar 2.3 (a) struktur molekul dari selulosa (b) ikatan beta diantara molekul glukosa (Naheed, 2017)

Rantai polisakarida pada selulosa ini tersusun secara paralel membentuk mikrofibril selulosa, yang dikelilingi lignin sebagai matriks, ekstraktif anorganik, dan hemiselulosa. Rantai individu polisakarida diikat bersama pada mikrofibril dengan banyaknya ikatan hidrogen yang kuat diantara grup hidroksil dari makromolekular yang berdekatan, yang mana diikat bersama membentuk makrofibrils. Mikrofibril selulosa terdiri dari 5-20% daerah amorfus dan banyak daerah kristalin dimana daerah kristalin mempunyai densitas yang tinggi dibandingkan dengan daerah amorfus (Gambar 2.4)



Gambar 2.4 Struktur Selulosa dari Tumbuhan (Naheed, 2017)

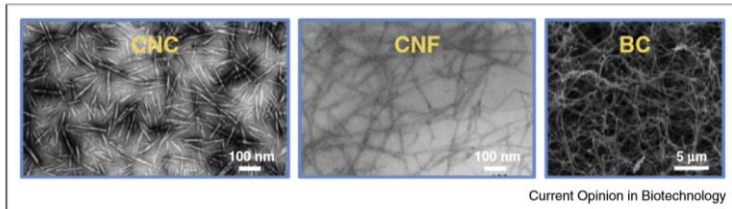
## 2.6 Nanoselulosa

Partikel nanoselulosa adalah material jenis baru dari selulosa yang ditandai dengan adanya peningkatan kristalinitas, aspek rasio, luas permukaan, dan peningkatan kemampuan dispersi serta biodegradasi. Adanya kemampuan ini, partikel nanoselulosa dapat digunakan sebagai filler penguat polimer, aditif untuk produk-produk biodegradable, penguat membran, pengental untuk dispersi, dan media pembawa obat serta implan (Ioelovich, 2012).

Nanoselulosa dapat dibedakan menjadi tiga tipe material yaitu: (1) Cellulose Nanocrystals (CNCs), bisa juga disebut sebagai Nanocrystalline Cellulose (NCC) dan Cellulose Nanowhiskers (CNWs), (2) Cellulose Nanofibrils (CNFs), bisa juga disebut sebagai Nano-Fibrillated Cellulose (NFC), dan (3) Bacterial Cellulose (BC). Perbedaan nya pada Ekstrak Nanopartikel dari sumber selulosanya, partikel yang dihasilkan dengan kristalinitas yang bervariasi, Ikatan pada



permukaan, dan sifat mekanik nya. Hasil dari mikroskop elektron dai ketiga tipe nanoselulosa ini ditunjukkan pada gambar 2.5 dibawah ini.



Gambar 2.5 Gambar Hasil Mikroskop Elektron dari Tiga Tipe Nanoselulosa : CNCs, CNFs dan BC. (Tiffany et al, 2016)

Nanoselulosa mempunyai beberapa keuntungan seperti ketersediaan di alam melimpah, material biodegradable, dapat diperbaharui, dan sifat mekanik yang bagus seperti kekuatan tarik tinggi dan kekakuan.

Karena nanomaterial selulosa harganya relatif murah dibanding komposit berpenguat serat lainnya, ini memungkinkan untuk menggunakannya pada aplikasi yang lebih luas. Dari nanoselulosa ini dapat diciptakan banyak komponen material seperti body panels hingga interiornya yang dapat menyimpan 340kg dari berat mobil, sehingga lebih ringan. Standar efisiensi bahan bakar menciptakan permintaan untuk kendaraan yang ringan. Dalam waktu dekat ini, yang paling banyak diminati pada aplikasinya adalah dengan menggunakan material komposit, sementara penggantian baja ini adalah aplikasi tambahan. CNF dapat digunakan sebagai Nanoselulosa yang stabil dan bahan baku yang reaktif untuk aplikasi teknik yang mana mempunyai keuntungan





tambahan dapat diperbaharui, produksinya secara biologi, dan biodegradabel material, ramah lingkungan dan material konstruksi yang ringan untuk industri mobil (Jo Anne, 2014)

## 2.7 Hukum Pencampuran

Sifat-sifat komposit pada umumnya ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain: jenis, bentuk geometris dan struktur, rasio perbandingan, daya lekat, orientasi bahan penguat bahan penyusun, dan proses pembuatan (Sulistijono, 2012)

Total massa dari komposit ialah jumlah dari massa fiber dan matriks, dituliskan dengan persamaan:

$$m_c = m_m + m_f \quad (2.1)$$

$$\rho_c \cdot V_c = \rho_m \cdot V_m + \rho_f \cdot V_f \quad (2.2)$$

sehingga didapatkan massa jenis dari komposit:

$$\rho_c = (\rho_m \cdot V_m + \rho_f \cdot V_f) / V_c \quad (2.3)$$

apabila di rubah kedalam fraksi massa persamaannya menjadi:

$$\rho_c = 1 / (m_f/\rho_f + m_m/\rho_m) \quad (2.4)$$

dapat dituliskan dengan persamaan:

$$M_f + M_m = 1 \quad (2.5)$$

Dimana:



$m_c$  : massa komposit (gr)  
 $v_c$  : volume komposit ( $\text{cm}^3$ )  
 $\rho_c$  : massa jenis komposit ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )  
 $m_f$  : massa fiber (gr)  
 $v_f$  : volume fiber ( $\text{cm}^3$ )  
 $\rho_f$  : massa jenis fiber ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )  
 $m_m$  : massa matriks (gr)  
 $v_m$  : volume matriks ( $\text{cm}^3$ )  
 $\rho_m$  : massa jenis matriks ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )  
 $M_f$  : fraksi massa fiber  
 $M_m$  : fraksi massa matriks

## **2.8 Gelombang dan Bunyi**

### **2.8.1 Gelombang**

Gelombang merupakan rambatan energi getaran yang merambat melalui medium atau tanpa medium (Halliday, 2010). Medium bisa berupa zat padat, cair, maupun gas. Gelombang terjadi karena adanya sumber getaran yang bergerak terus – menerus. Medium pada proses perambatan gelombang tidak selalu ikut berpindah tempat bersama dengan rambatan gelombang. Misalnya bunyi yang merambat melalui medium udara, maka partikel – partikel udara akan bergerak osilasi (lokal) saja.

Berdasarkan mediumnya gelombang dibedakan menjadi dua yaitu :

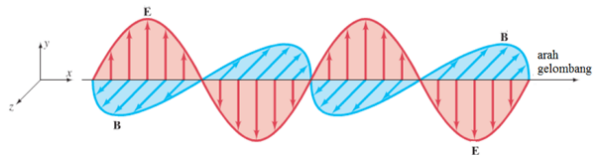
1. Gelombang Mekanik



Gelombang Mekanik adalah gelombang yang arah rambatannya memerlukan medium perantara. Contohnya gelombang bunyi, gelombang pada air, dan gelombang tali

## 2. Gelombang Elektromagnetik

Gelombang yang arah rambatannya tanpa menggunakan medium perantara. Gelombang ini membawa muatan listrik dan magnet (elektromagnetik). Bentuk gelombang elektromagnetik ini terdapat muatan energi listrik dan magnetik dimana medan listrik ( $E$ ) selalu tegak lurus terhadap medan magnet ( $B$ ) seperti pada gambar 2.6 dibawah ini

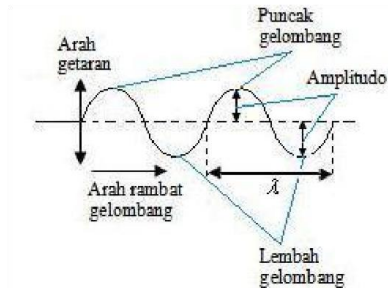


Gambar 2.6 Gelombang Elektromagnetik (Douglas C Giancoli, 2001)

Sedangkan berdasarkan rambatannya, gelombang dibagi menjadi dua yaitu :

### 1. Gelombang Transversal

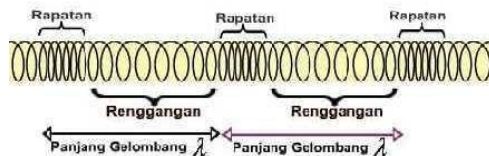
Gelombang yang arah rambatannya tegak lurus dengan arah getarannya. Pada gelombang transversal panjang satu gelombang dinyatakan dalam satu (1) bukit dan satu (1) lembah. Seperti pada gambar 2.7 dibawah ini



Gambar 2.7 Gelombang Transversal (M.Nurhusaeni, 2011)

## 2. Gelombang Longitudinal

Gelombang longitudinal adalah gelombang yang arah merambatnya searah dengan arah getarnya, contohnya gelombang bunyi dan gelombang pada pegas. Gelombang ini terdiri dari rapatan dan regangan. Rapatan dan regangan berhubungan dengan puncak dan lembah pada gelombang transversal. Gelombang longitudinal ditunjukkan pada gambar 2.8 dibawah ini



Gambar 2.8 Gelombang Longitudinal (Resnick dan Halliday, 1992)

### 2.8.2 Bunyi

Bunyi merupakan gelombang mekanik jenis longitudinal yang merambat dan sumbernya berupa benda yang bergetar. Bunyi bisa didengar sebab getaran benda sebagai



sumber bunyi menggetarkan udara di sekitar dan melalui medium udara bunyi merambat sampai ke gendang telinga, sebenarnya merupakan variasi tekanan udara secara periodik di sepanjang lintasan perambatannya. Tekanan udara periodik inilah yang mnggetarkan selaput gendang telinga. Bunyi yang dapat didengar manusia berada pada kawasan frekuensi pendengaran, yaitu antara 20 Hz sampai dengan 20 kHz (Shoedojo, 2004). Bunyi bisa didengar sebab getaran benda sebagai sumber bunyi menggetarkan udara di sekitar dan melalui medium udara bunyi merambat sampai ke gendang telinga, sebenarnya merupakan variasi tekanan udara secara periodik di sepanjang lintasan perambatannya. Tekanan udara periodik inilah yang mnggetarkan selaput gendang telinga.

## **2.9 Material Akustik**

Dalam Satwiko (2009), akustik adalah ilmu yang mempelajari tentang suara atau bunyi. Akustik dalam arsitektur sering dibagi menjadi akustika ruang (room acoustics) yang menangani bunyi yang dikehendaki dan kontrol kebisingan (noise control) yang menangani bunyi yang tak dikehendaki. Menurut Ching (2009), kualitas suara dalam suatu ruang pada hakekatnya tergantung pada sifat-sifat penutup ruang. Sehingga penataan bunyi pada bangunan mempunyai dua tujuan, yaitu untuk kesehatan (mutlak) dan untuk kenikmatan (diusahakan) (Satwiko, 2009).

Dalam Kang (2007), dijelaskan bahwa peredam suara berserat dapat ditandai dengan adanya pori. Penyerapan suara dari bahan ini tergantung pada variabel ketebalan, kerapatan,



dan orientasi serat. Penyerap suara berpori dapat diproduksi salah satunya dengan memanfaatkan limbah serat alam menjadi papan komposit. Menurut Satwiko (2009), pemilihan bentuk, orientasi dan bahan permukaan ruang akan menentukan kualitas dan kuantitas bunyi yang kemudian juga akan menentukan karakter bunyi. Cox dan D'Antonio (2009), menjelaskan bahwa penggunaan bahan penyerap suara terutama untuk mengatasi masalah akustik, pengurangan kebisingan dan kontrol gema ruang (reverberation time).

## **2.10 Koefisiensi Serap Bunyi**

Koefisien absorpsi suara atau penyerapan suara (*sound absorption*) merupakan perubahan energi dari energi suara menjadi energi panas atau kalor. Kualitas dari bahan penyerap suara ditunjukkan dengan harga  $\alpha$  (koefisien penyerapan bahan terhadap bunyi). Semakin besar nilai  $\alpha$  maka semakin baik digunakan sebagai peredam suara. Nilai  $\alpha$  berkisar dari 0 sampai 1. Jika  $\alpha$  bernilai 0, artinya tidak ada bunyi yang diserap. Sedangkan jika  $\alpha$  bernilai 1, artinya 100% bunyi yang datang diserap oleh bahan (Khuriati, 2006).

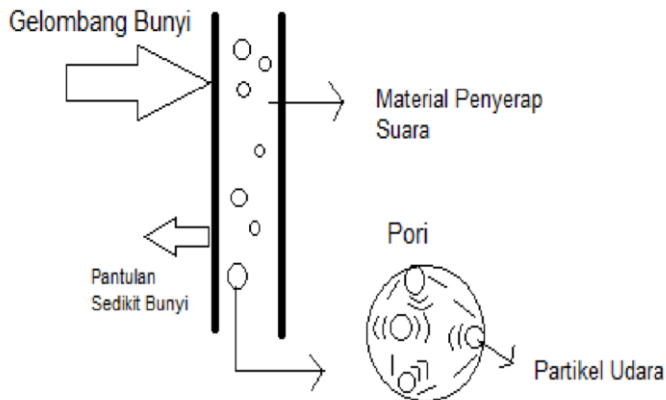
Perbandingan antara energi suara yang diserap oleh suatu bahan dengan energi suara yang datang pada permukaan bahan tersebut didefinisikan sebagai koefisien penyerap suara (Asade, 2013). Untuk nilai koefisien penyerapan bunyi pada berbagai material dengan ketebalan tertentu dapat dilihat pada tabel 2.2 dibawah ini



Tabel 2. 2 Koefisien Penyerapan Bunyi Material Akustik  
(Doelle, Leslie L, 1993)

Material	Frekuensi (Hz)					
	150	250	500	1000	2000	4000
Gypsum board (13 mm)	0,29	0,1	0,05	0,04	0,07	0,09
Kayu	0,15	0,11	0,1	0,07	0,06	0,07
Gelas	0,18	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02
Betom yang dituang	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03
Bata yang tidak dihaluskan	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,07
Steel deck (150 mm)	0,58	0,64	0,71	0,63	0,47	0,4

Penyerapan suara disebabkan oleh disipasi energi akustik menjadi panas. Ketika gelombang suara memasuki material berpori, partikel udara didalam pori akan bergetar, partikel – partikel yang bergetar kemudian bergesekan dengan dinding pori menyebabkan perubahan temperatur (Parthraj et al, 2014). Konduksi thermal dalam material membuat energy akustik bertransformasi menjadi energy thermal. Vibrasi serat juga menyebabkan disipasi energy akustik (Limin Peng, 2014). Mekanisme penyerapan suara ditunjukkan oleh gambar 2.9 dibawah ini



Gambar 2.9 Mekanisme Penyerapan Suara

Penyerap suara memiliki fungsi untuk meminimalisir pantulan dari gelombang suara tersebut. Koefisien absorpsi dilambangkan dengan  $\alpha$ , digunakan untuk mengukur besar suara yang diserap oleh suatu material. Koefisien absorpsi dapat dijelaskan secara matematis dengan persamaan:

$$\alpha = 1 - I_R/I_I \quad (2.6)$$

dimana  $\alpha$ ,  $I_R$ , dan  $I_I$  merupakan koefisien penyerapan suara, intensitas satu sisi dari suara yang terpantul (*reflected*), dan intensitas satu sisi dari suara datang (*incident*). Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin besar nilai  $\alpha$  maka semakin besar gelombang suara yang diabsorpsi oleh material (diubah menjadi panas diantara material) atau ditransmisikan kedalam material dan semakin kecil yang dipantulkan. Semakin kecil nilai  $\alpha$  maka semakin kecil gelombang suara yang diserap oleh material tersebut (Michael Ermann, 2015).





## 2.11 Dashboard

Salah satu bagian mobil yang perlu diperhatikan adalah dashboard. Dashboard adalah panel pada interior mobil bagian depan. Di sini biasanya terdapat beberapa fasilitas seperti, laci, radio / tape, dan AC. Selain itu pada dashboard ditempatkan indikator-indikator kendaraan. Indikator-indikator kendaraan pada umumnya berupa speedometer, tachometer, petunjuk BBM, petunjuk suhu mesin, petunjuk oli, petunjuk pengisian accu, indikator handbrake, engine check, indikator belok, hazard dan indikator lampu jauh (beam). Indikator-indikator tersebut sangat penting fungsinya untuk pengemudi dalam menjalankan kendaraannya guna keselamatan diperjalanan.

Di Industri Manufaktur, Perencanaan produksi suatu benda sangat diperlukan untuk memperkirakan faktor keamanan dan kualitas suatu benda. Uji Tarik merupakan salah satu pengujian untuk mendapatkan kekuatan tarik dari dashboard guna menunjang data perencanaan produksi suatu benda. Kualitas dari dashboard salah satunya ditentukan oleh kekuatannya dalam menahan beban. Kekuatan tarik untuk dashboard pada umumnya (material ABS) adalah 20-40 Mpa, sedangkan untuk modulus elastisitasnya antara 1-2,5 Gpa (1000-2500 Mpa) (Herwandi, 2015). Sehingga apabila material yang diuji dalam penelitian ini melebihi dari kekuatan tarik dari dashboard ABS maka material dinyatakan sudah memenuhi standar.



## 2.12 Penelitian Terdahulu

Telah banyak penelitian mengenai pengaplikasian komposit dengan menggunakan serat alam sebagai material penyerap suara. Komposit polyester berpenguat bambu-rami, nilai  $\alpha$  serat rami mencapai 0.836 pada frekuensi 125 Hz. Serat bambu mencapai nilai  $\alpha$  0.972 pada frekuensi 1000Hz. Terdapat kenaikan secara signifikan nilai koefisien absorpsi suara pada frekuensi 125 Hz untuk material poliester berpenguat serat rami dan pada frekwensi menengah 1000 Hz untuk material poliester berpenguat serat bambu. (Farid dan Hosta, 2015).

Semakin besar fraksi berat mikro selulosa menyebabkan penurunan nilai koefisien absorpsi suara. Sedangkan penambahan *filler* nano selulosa akan menyebabkan penurunan nilai  $\alpha$  pada fraksi 2% dan 4% akan tetapi mencapai nilai  $\alpha$  tertinggi pada 6% berat dengan nilai  $\alpha$  pada frekuensi 4000 Hz sebesar 0,425 (Farid dan Afira, 2017). Tabel 2.3 menunjukkan penelitian yang telah dilakukan mengenai material penyerap suara

Komposit Polypropylen berpenguat Bambu Betung-Rami dengan fraksi massa 5%Bambu/15%Rami memiliki nilai  $\alpha$  sebesar 0,42 pada frekuensi 2500 Hz, nilai koefisiensi absorpsi suara ini lebih tinggi dibandingkan dengan penambahan fraksi massa 10%Bambu/10%Rami dan 15%Bambu/5%Rami (Farid dan Hizkia,2016)

Selain itu, Rosamah et al (2016) mendapatkan sifat mekanik yang baik untuk komposit epoksi berpenguat nano filler dari serat kelapa sawit pada penambahan nano filler



sebanyak 3%. Sifat mekanik yang didapat antara lain kekuatan tarik dan modulus elastisitas. Pada pengujian ini diperoleh kekuatan tarik sebesar 37,56 MPa dan nilai modulus elastisitas sebesar 1,15 Gpa. Tabel 2.3 menunjukkan penelitian yang telah dilakukan mengenai absorpsi suara dan sifat mekanik

Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu

Nama Peneliti	Serat dan Matriks	Hasil
Farid dan Hosta (2015)	Bambu-rami dan polyester	a. Nilai $\alpha$ serat Rami sebesar 0,836 pada frekuensi 125Hz b. Nilai $\alpha$ serat bambu sebesar 0,972 pada frekuensi 1000Hz
Farid dan Afira (2015)	TKKS dan Silicon rubber	Pada frekuensi 4000Hz, nilai $\alpha$ sebesar 0,425
Farid dan Hizkia (2016)	Bambu Betung-rami dan Poplypropylen	Pada frekuensi 2500Hz, nilai $\alpha$ sebesar 0,42
Rosamah et al (2016)	TKKS dan Epoxy	Kekuatan tarik sebesar 37,56 MPa dan nilai modulus elastisitas sebesar 1,15 GPa

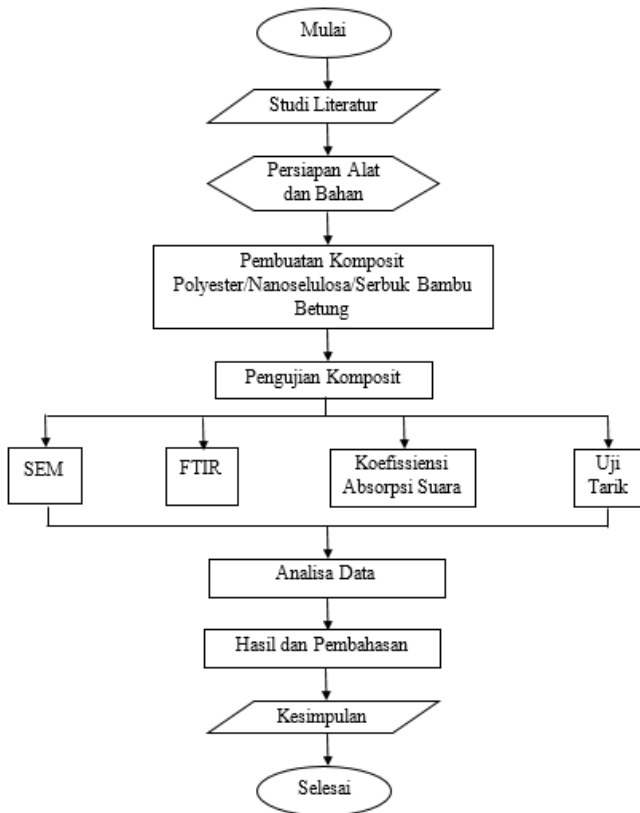


Oleh Karena itu, pada penelitian ini, akan dilakukan sintesis komposit polyester/nanoselulosa/serbuk bambu betung, kemudian dilakukan analisa pengaruh fraksi massa nanoselulosa dan serbuk bambu betung terhadap nilai koefisiensi absorpsi suara, morfologi, dan sifat mekanik, dengan harapan didapatkan fraksi massa nanoselulosa dan serbuk bambu yang optimal sebagai aplikasi bahan akustik yang baik dan ramah lingkungan.

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Diagram Alir

Diagram alir studi karakterisasi sifat akustik, fisik, dan mekanik komposit polyester berpenguat nanoselulosa dan serbuk bambu betung untuk aplikasi dashboard ini ditunjukkan pada gambar 3.1 sebagai berikut

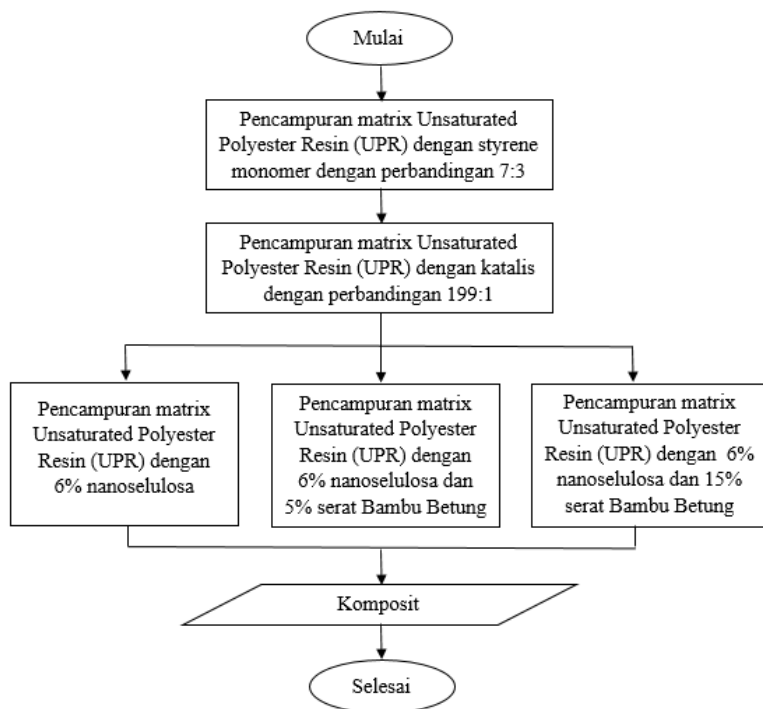


Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian



### 3.1.1 Diagram Alir Pembuatan Komposit

Pembuatan komposit dilakukan dengan melakukan pencampuran Polyester dengan 6% Nanoselulosa, polyester dengan 6% Nanoselulosa ditambah 5% serat bambu betung, dan polyester dengan 6% Nanoselulosa ditambah 15% serat bambu betung. Adapun diagram alir pembuatan komposit ini ditunjukkan oleh gambar 3.2 sebagai berikut



Gambar 3.2 Diagram Alir Pembuatan Komposit



## 3.2 Bahan dan Peralatan

### 3.2.1 Bahan

Adapun Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

#### 1. Nanoselulosa

Nanoselulosa digunakan sebagai reinforced pada komposit. Nanoselulosa didapat dari pembelian di Blue Goose Biorefineries inc Canada yang ditunjukkan oleh gambar 3.3 dibawah ini



Gambar 3.3 Nanoselulosa

#### 2. Serat Bambu Betung

Serat bambu betung digunakan sebagai salah satu reinforced dalam pembuatan komposit. Serat bambu betung ditunjukkan oleh gambar 3.4 dibawah ini



Gambar 3.4 Serat Bambu Betung

### 3. NaOH (Sodium Hidroksida)

NaOH digunakan untuk perlakuan alkalisasi pada serat bambu. NaOH yang digunakan di peroleh dari PT. Sumber Ilmiah Persada dan ditunjukkan oleh gambar 3.5 dibawah ini



Gambar 3.5 NaOH

### 4. Aquades

Aquades digunakan untuk melarutkan NaOH untuk perlakuan alkalisasi.





#### 4. Air

Air digunakan untuk membersihkan serat bambu setelah perlakuan alkalisasi.

#### 5. Alumunium Foil

Digunakan untuk melapisi cetakan agar komposit tidak lengket pada cetakan.

#### 6. *Unsaturated Polyester Resin (UPR)*

*Unsaturated Polyester Resin (UPR)* digunakan sebagai matrix pada komposit. *Unsaturated Polyester Resin (UPR)* diperoleh dari PT. Justus Kimia Raya dan ditunjukkan oleh gambar 3.6 dibawah ini



Gambar 3.6 *Unsaturated Polyester Resin (UPR)*

#### 7. Katalis

Katalis digunakan untuk membantu proses *curing*. Katalis diperoleh dari PT. Justus Kimia Raya dan ditunjukkan oleh gambar 3.7 dibawah ini



Gambar 3.7 Katalis

#### 8. Styrene Monomer

Styrene Monomer digunakan untuk mengurangi viskositas dari matrix polimer. Styrene monomer diperoleh dari PT. Justus Kimia Raya dan ditunjukkan oleh gambar 3.8 dibawah ini



Gambar 3.8 Styrene Monomer

### 3.2.2 Peralatan

Adapun peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

#### 1. Cetakan

Cetakan yang digunakan terbuat dari alumunium. Cetakan uji koefisien absorpsi suara memiliki ukuran diameter 10 cm dan tinggi 5 cm. cetakan uji SEM dan FTIR berbentuk kubus dengan ukuran 2x2 cm dan cetakan uji tarik. Cetakan uji koefisien absorpsi suara ditunjukkan oleh gambar 3.9



Gambar 3.9 Cetakan uji koefisien absorpsi suara



2. Timbangan Digital
3. Penggaris
4. Oven
5. Mesin Pencacah

Mesin pencacah ditunjukkan oleh gambar 3.10 dibawah ini



Gambar 3.10 Blender

6. Mesin Sieving

Mesin Sieving digunakan untuk menyaring serbuk bambu agar memiliki ukuran serbuk yang seragam. Mesin sieving yang digunakan milik Laboratorium Fisika Material Departemen Teknik Material FTI – ITS ditunjukkan oleh gambar 3.11 dibawah ini



Gambar 3.11 Mesin Sieving

#### 7. Alat Uji SEM

Alat Uji SEM yang digunakan milik divisi Karakterisasi Material di Departemen Teknik Material FTI - ITS. Alat uji SEM ditunjukkan oleh gambar 3.12 dibawah ini



Gambar 3.12 Alat Uji SEM

#### 8. Alat Uji FTIR



Alat Uji FTIR yang digunakan milik divisi Karakterisasi Material di Departemen Teknik Material FTI ITS. Alat uji FTIR ditunjukkan oleh gambar 3.13 dibawah ini



Gambar 3.13 Alat Uji FTIR

#### 9. Alat Uji Koefisiensi Absorpsi Suara

Alat uji koefisiensi absorpsi suara yang digunakan milik laboratorium di Departemen Teknik Fisika FTI ITS. Alat uji koefisiensi absorpsi suara ditunjukkan oleh gambar 3.14 dibawah ini



Gambar 3.14 Alat Uji Koefisiensi Absorpsi Suara

#### 10. Alat Uji Tarik



Alat uji tarik yang digunakan milik Laboratorium Farmasi Universitas Airlangga Surabaya. Alat Uji Tarik ditunjukkan oleh gambar 3.15 dibawah ini



Gambar 3.15 Alat Uji Tarik

### **3. 3 Variabel Penelitian**

Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah fraksi massa nanoselulosa 6% dan fraksi massa serat bambu betung 0%, 5% dan 15 %.

### **3.4 Metode Penelitian**

#### **3.4.1 Pengolahan Serat Bambu**

Adapun proses pengolahan serat bambu adalah sebagai berikut :

1. Memotong Bambu Betung diameter 17 cm menjadi beberapa bagian
2. Menjadikan serat menggunakan alat press



3. Membersihkan serat bambu dari pengotor dengan menggunakan air
4. Merendam serat bambu yang telah dibersihkan dalam larutan NaOH 5% selama 24 jam untuk mengurangi kandungan ligninnya, ditunjukkan oleh gambar 3.16 dibawah ini



Gambar 3.16 Perendaman Serat dalam NaOH

5. Membilas serat bambu dengan aquades lalu mengeringkannya hingga struktur serat bambu kering seperti gambar 3.17 dibawah ini







Gambar 3.17 Serat Bambu Kering

6. Memperhalus serat dengan mesin pencacah untuk mejadikannya serbuk seperti gambar 3.18 dibawah ini



Gambar 3.18 Proses Pencacahan Serat

7. Meshing serbuk menggunakan mesin sieving untuk didapatkan ukuran yang homogen 140 mesh seperti gambar 3.19 dibawah ini



Gambar 3.19 Proses Sieving Serbuk Bambu Betung

8. Menimbang serbuk bambu betung sesuai perhitungan seperti gambar 3.20 dibawah ini



Gambar 3.20 Serbuk Bambu yang telah Ditimbang

### 3.4.2 Pembuatan Komposit

Adapun proses pembuatan komposit adalah sebagai berikut :

1. Menimbang massa Unsaturated Polyester Resin (UPR) dicampur dengan styrene monomer dan katalis metil etil keton peroksida

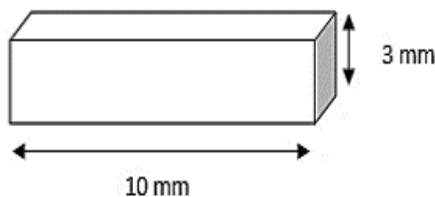


2. Menimbang Nanoselulosa dengan fraksi massa 6%
3. Mencampur UPR dengan Nanoselulosa 6%
4. Menambahkan serat bambu betung sebanyak 5% dalam komposit kedua
5. Menambahkan serat bambu betung sebanyak 15% dalam komposit ketiga

### 3.4.3 Pengujian

#### 3.4.3.1 SEM

Metoda SEM digunakan untuk mengetahui morfologi dari suatu material berdasarkan standar ASTM E986. Adapun dimensi spesimen pengujian SEM menurut ASTM E986 seperti pada gambar 3.21 dibawah ini

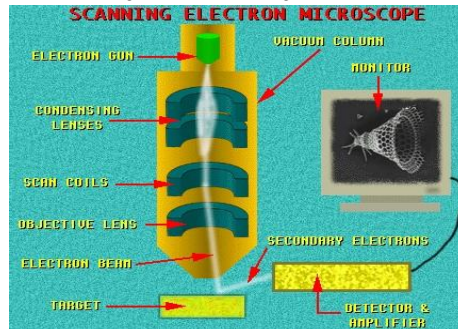


Gambar 3.21 Dimensi Spesimen Uji SEM (ASTM E986)

SEM sangat cocok digunakan dalam situasi yang membutuhkan pengamatan permukaan kasar dengan pembesaran berkisar antara 20 kali sampai 500.000 kali. SEM terdiri dari sebuah senapan elektron yang memproduksi berkas elektron pada tegangan dipercepat sebesar 2 – 30 kV. Berkas elektron tersebut dilewatkan pada beberapa lensa elektromagnetik untuk menghasilkan gambar berukuran



$< \sim 10\text{nm}$  pada sampel yang ditampilkan dalam bentuk film fotografi atau ke dalam tabung layar.[Trewin, 1988]. Diagram skematik dan cara kerja SEM ditunjukkan oleh Gambar 3.22



Gambar 3.22 Diagram Cara Kerja SEM (Trewin, 1988)

Cara kerja SEM adalah dengan menembakkan elektron dari *electron gun* lalu melewati *condensing lenses* dan pancaran elektron akan diperkuat dengan sebuah kumparan, setelah itu elektron akan difokuskan ke sampel oleh lensa objektif yang ada dibagian bawah. Pantulan elektron yang mengenai permukaan sampel akan ditangkap oleh *backscattered electron detector* dan *secondary electron detector* yang kemudian diterjemahkan dalam bentuk gambar pada display. Sewaktu berkas elektron menumbuk permukaan sampel sejumlah elektron direfleksikan sebagai *backscattered electron* (BSE) dan yang lain membebaskan energi rendah *secondary electron* (SE). Elektron – elektron BSE dan SE yang direfleksikan dan dipancarkan sampel dikumpulkan oleh sebuah *scintillator* yang memancarkan sebuah pulsa cahaya pada elektron yang datang. Cahaya yang dipancarkan kemudian diubah menjadi sinyal listrik dan diperbesar oleh



*photomultiplier*. Setelah melalui proses pembesaran sinyal tersebut dikirim ke bagian *grid* tabung sinar katoda. *Scintillator* biasanya memiliki potensial positif sebesar 5 – 10 kV untuk mempercepat energi rendah yang dipancarkan elektron agar cukup untuk mengemisikan cahaya tampak ketika menumbuk *scintillator* (Nuha Desi, 2008).

#### **3.4.3.2 FTIR**

FTIR merupakan instrument yang menggunakan prinsip spektroskopi. Spektroskopi adalah spektroskopi inframerah yang dilengkapi dengan transformasi fourier untuk deteksi dan analisis hasil spektrumnya (Anam, 2007). Spektroskopi inframerah berguna untuk identifikasi senyawa organik karena spektrumnya yang sangat kompleks yang terdiri dari banyak puncak-puncak (Chusnul, 2011). Spektrum inframerah dihasilkan dari pentransmisi cahaya yang melewati sampel, pengukuran intensitas cahaya dengan detektor dan dibandingkan dengan intensitas tanpa sampel sebagai fungsi panjang gelombang. Spektrum inframerah yang diperoleh kemudian diplot sebagai intensitas fungsi energi, panjang gelombang ( $\mu\text{m}$ ) atau bilangan gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ ) (Marcott, 1986).

Pengujian FTIR dilakukan untuk mengetahui informasi terkait ikatan kimia yang ada. Ikatan kimia tersebut diindikasikan dengan puncak-puncak yang berbeda. Spesimen yang digunakan untuk pengujian FTIR berdasarkan standar ASTM E1252 berupa cuplikan kecil dari material yang dibuat. Mesin uji FTIR yang digunakan adalah Nicolet IS10. Sampel

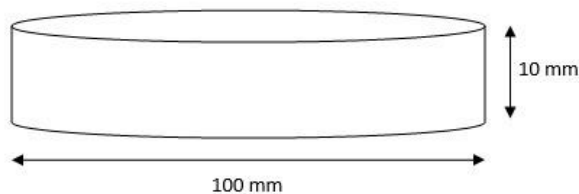


diletakkan *sample holder*, kemudian *detector* didekatkan pada sampel. Pastikan sampel uji memiliki permukaan yang rata dan ketebalan yang sama.

#### 3.4.3.3 Koefisiensi Absorpsi Suara

Pengujian absorpsi suara adalah pengujian yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan suatu material untuk menyerap suara. Kualitas material penyerap suara ditentukan dari harga  $\alpha$  (koefisien penyerapan bahan terhadap bunyi). Semakin besar nilai  $\alpha$  maka semakin baik kemampuan material tersebut dalam menyerap suara. Nilai  $\alpha$  berkisar dari 0 sampai 1. Jika  $\alpha$  bernilai 0 maka tidak ada bunyi yang diserap oleh material tersebut sedangkan jika  $\alpha$  bernilai 1 maka 100 % bunyi yang datang diserap oleh material tersebut.

Dimensi spesimen pengujian absorpsi menurut ASTM E1050 berbentuk tabung dengan diameter 100 mm dan tinggi 10 mm seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.23 berikut :



Gambar 3.23 Spesimen Uji Absorpsi Suara (ASTM E1050)

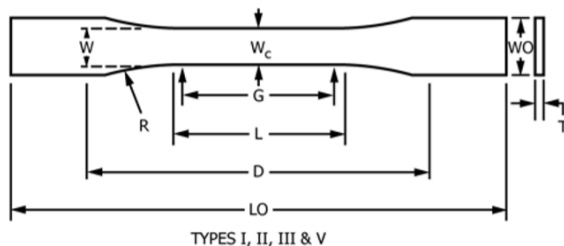
#### 3.4.3.4 Uji Tarik

Uji Tarik merupakan pengujian untuk mendapatkan sifat mekanik polimer yaitu kekuatan tarik benda. Dengan



menarik suatu bahan kita akan segera mengetahui bagaimana bahan tersebut bereaksi terhadap tenaga tarikan dan mengetahui sejauh mana material itu bertambah panjang. Alat eksperimen untuk uji tarik ini harus memiliki cengkeraman (*grip*) yang kuat dan kekakuan yang tinggi (*highly stiff*).

Standar pengujian nya menggunakan standar ASTM D-638. Pengujian dilakukan pada temperatur ruang dan dengan kecepatan  $5(0.2) \pm 25\%$ . Untuk spesimen pengujian ditunjukkan oleh gambar 3.24 dan untuk dimensi spesimen ditunjukkan oleh gambar 3.25, sedangkan untuk ketebalannya  $3.2 \pm 0.4 \text{ mm}$  ( $0.13 \pm 0.02 \text{ in.}$ )



Gambar 3.24 Spesimen Uji Tarik (ASTM D-638)



Dimensions (see drawings)	Type I
$W$ —Width of narrow section <sup>E,F</sup>	13 (0.50)
$L$ —Length of narrow section	57 (2.25)
$WO$ —Width overall, min <sup>G</sup>	19 (0.75)
$WO$ —Width overall, min <sup>G</sup>	...
$LO$ —Length overall, min <sup>H</sup>	165 (6.5)
$G$ —Gage length <sup>I</sup>	50 (2.00)
$G$ —Gage length <sup>I</sup>	...
$D$ —Distance between grips	115 (4.5)
$R$ —Radius of fillet	76 (3.00)
$RO$ —Outer radius (Type IV)	...

Gambar 3.25 Dimensi Spesimen (ASTM D-638)

Dibawah ini adalah gambar cetakan beserta spesimen uji tarik komposit polyester berpenguat nanoselulosa dan serbuk bambu betung



Gambar 3.26 Spesimen Uji Tarik dalam Cetakan





### 3.5 Rancangan Penelitian

Rancangan Penelitian yang digunakan ditunjukkan oleh tabel 3.1 dibawah ini :

Tabel 3.1 Rancangan Penelitian

Material	Pengujian			
	SEM	FTIR	Koefisiensi Absorpsi Suara	Uji Tarik
Komposit Polyester/nano selulosa 6%	√	√	√	√
Komposit Polyester/nano selulosa 6% / serbuk bambu betung 5%	√	√	√	√
Komposit Polyester/nano selulosa 6% / serbuk bambu betung 15%	√	√	√	√



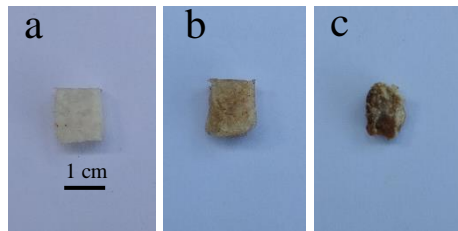
*(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)*

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

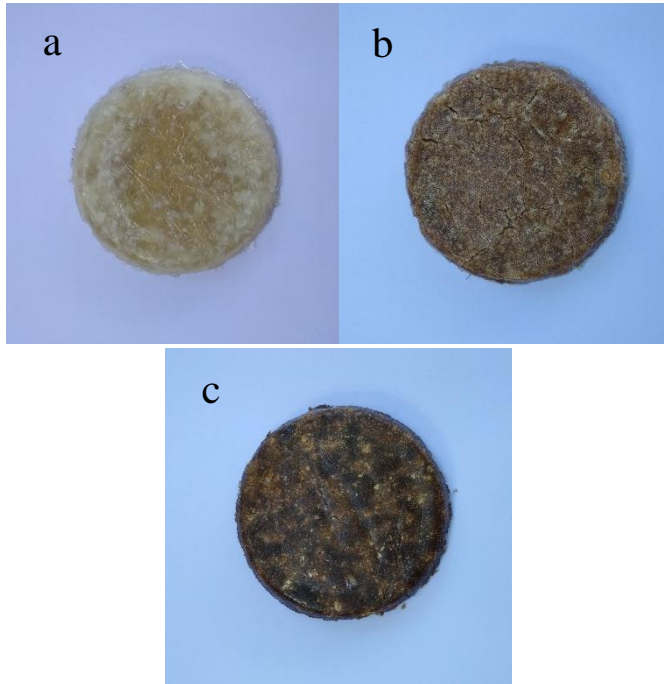
#### **4.1 Preparasi Komposit**

Nanoselulosa dan serbuk bambu betung ditambahkan pada komposit untuk menghasilkan komposit dengan nilai koefisiensi absorpsi suara yang baik dan sifat mekanik yang baik. Untuk hasil preparasi spesimen dapat diamati secara visual dibawah ini



Gambar 4.1 Hasil Preparasi spesimen uji SEM maupun FTIR  
(a) UPR/Nanoselulosa 6% (b) UPR/Nanoselulosa 6%/serbuk bambu betung 5% (c) UPR/Nanoselulosa 6%/serbuk bambu betung 15%

Gambar 4.1(a) merupakan UPR dengan penambahan nanoselulosa 6%. UPR/Nanoselulosa menunjukkan warna putih. Gambar 4.1(b) merupakan UPR dengan penambahan nanoselulosa 6% dan serbuk bambu betung 5%. Penambahan serbuk bambu 5% menjadikan spesimen bewarna putih kecoklatan. Gambar 4.1(c) merupakan UPR dengan penambahan nanoselulosa 6% dan serbuk bambu 15%. Penambahan serbuk bambu 15% menjadikan spesimen bewarna coklat.

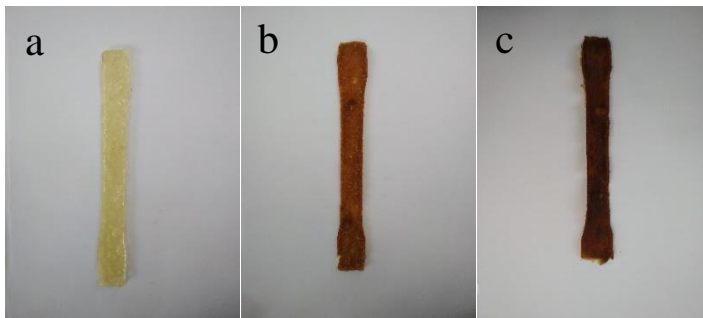


Gambar 4.2 Hasil Preparasi Spesimen Uji Koefisien Absorpsi Suara (a) UPR/Nanoselulosa 6% (b) UPR/Nanoselulosa 6%/serbuk bambu betung 5% (c) UPR/Nanoselulosa 6%/serbuk bambu betung 15%

Gambar 4.2(a) merupakan spesimen uji koefisiensi absorpsi suara UPR dengan penambahan nanoselulosa 6%. Pada penambahan nanoselulosa 6% terlihat adanya penggumpalan serat yang tidak merata. Gambar 4.2(b) dan Gambar 4.2(c) merupakan UPR/Nanoselulosa 6% dengan



serbuk bambu betung 5% dan 15%. Pada penambahan serbuk bambu 5% dan 15% menunjukkan persebaran nanoselulosa dan serbuk bambu betung yang cukup merata.



Gambar 4.3 Hasil Preparasi Spesimen Uji Tarik (a) UPR/Nanoselulosa 6% (b) UPR/Nanoselulosa 6%/serbuk bambu betung 5% (c) UPR/Nanoselulosa 6%/serbuk bambu betung 15%

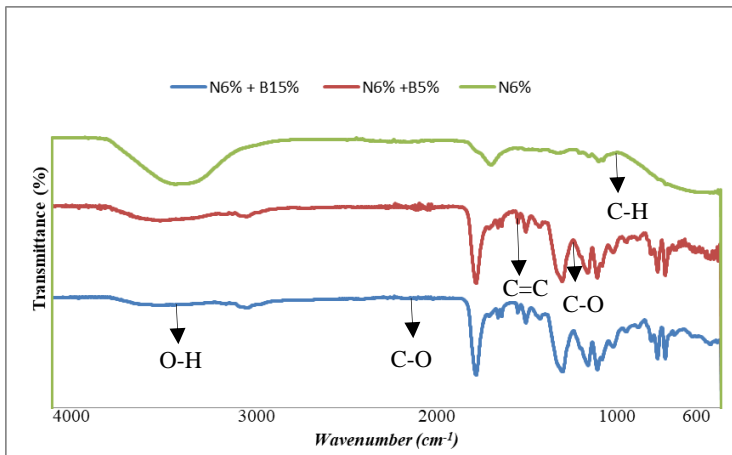
Gambar 4.3(a) merupakan UPR dengan penambahan nanoselulosa 6%. UPR/Nanoselulosa menunjukkan warna putih. Gambar 4.3(b) merupakan UPR dengan penambahan nanoselulosa 6% dan serbuk bambu betung 5%. Penambahan serbuk bambu 5% menjadikan spesimen berwarna putih kecoklatan. Gambar 4.3(c) merupakan UPR dengan penambahan nanoselulosa 6% dan serbuk bambu 15%. Penambahan serbuk bambu 15% menjadikan spesimen berwarna coklat.



#### 4.2 Analisa FTIR

Analisa FTIR bertujuan untuk mengetahui ikatan kimia yang ada pada komposit UPR/Nanoselulosa dan komposit UPR/Nanoselulosa/Serbuk bambu betung.

Hasil uji FTIR pada komposit UPR/nanoselulosa/serbuk bambu betung ditunjukkan oleh gambar 4.4 dibawah ini



Gambar 4.4 Hasil Uji FTIR komposit  
UPR/Nanoselulosa/Serbuk Bambu Betung



Tabel 4.1 Daerah Serapan Infra Merah Komposit  
UPR/Nanoselulosa 6%

Wavenumber ( $\text{cm}^{-1}$ )	Jenis Ikatan	Gugus	Nama Senyawa
3329,37	O-H	Fenol	Polyester
2070,33	C-O	Ester	Polyester
1637,00	C=C	Aromatic	Polyester
1281,04	C-O	Ester	Polyester
1111,47	C-O	Ester	Cellulose
1058,87	C-O	Ester	Cellulose

Tabel 4.1 menunjukkan Daerah serapan komposit UPR dengan penambahan Nanoselulosa 6%. Puncak serapan 3329,37  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan ikatan O-H yang mewakili gugus fenol. Pada puncak serapan 2070,33  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan ikatan C-O yang mewakili gugus Ester. Sedangkan pada puncak serapan 1637  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan ikatan O-H yang mewakili gugus Aromatic. Dan pada daerah serapan 1281,04  $\text{cm}^{-1}$ , 1111,47  $\text{cm}^{-1}$ , dan 1058,87  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan ikatan C-O yang mewakili gugus Ester.

Tabel 4.2 Daerah Serapan Infra Merah Komposit  
UPR/Nanoselulosa 6%/Serbuk Bambu Betung 5%

Wavenumber ( $\text{cm}^{-1}$ )	Jenis Ikatan	Gugus	Nama Senyawa
3414,37	O-H	Fenol	Polyester
2952,97	C-H	Alkana	Polyester
1716,73	C=O	Ester	Polyester





1599,24	C=C	Aromatic	Polyester
1579,19	C=C	Aromatic	Polyester
1493,08	C-H	Alkana	Cellulose
1449,01	C-H	Alkana	Cellulose
1357,01	C-H	Alkana	Cellulose
1256,20	C-O	Ester	Polyester
1116,25	C-O	Ester	Polyester
1064,92	C-O	Ester	Cellulose
978,18	C-H	Aromatic	Cellulose
850,18	C-H	Aromatic	Cellulose
740,57	C-H	Aromatic	Cellulose
676,72	C-H	Alkena	Polyester

Tabel 4.2 menunjukkan Daerah serapan komposit UPR dengan penambahan Nanoselulosa 6% dan serbuk bambu betung 5%. Puncak serapan  $3414,37\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan ikatan O-H yang mewakili gugus fenol. Pada puncak serapan  $2952,97\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan ikatan C-H yang mewakili gugus Alkana. Pada puncak serapan  $1716,73\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan ikatan C-O yang mewakili gugus Ester. Sedangkan pada puncak serapan  $1599,24\text{ cm}^{-1}$  dan  $1579,19\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan ikatan C=C yang mewakili gugus Aromatic. Pada daerah serapan  $1493,08\text{ cm}^{-1}$ ,  $1449,01\text{ cm}^{-1}$ , dan  $1357,01\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan ikatan C-H yang mewakili gugus Alkana. Sedangkan pada daerah serapan  $1256,20\text{ cm}^{-1}$ ,  $1116,25\text{ cm}^{-1}$ , dan  $1064,92\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan ikatan C-O yang mewakili gugus Ester. Pada daerah serapan  $978,18\text{ cm}^{-1}$ ,  $850,18\text{ cm}^{-1}$ , dan  $740,57\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan ikatan



C-H yang mewakili gugus Aromatic. Dan pada puncak serapan 676,72 menunjukkan ikatan C-H yang mewakili gugus Alkena.

Tabel 4.3 Daerah Serapan Infra Merah Komposit  
UPR/Nanoselulosa 6%/Serbuk Bambu Betung 15%

Wavenumber ( $\text{cm}^{-1}$ )	Jenis Ikatan	Gugus	Nama Senyawa
3433,22	O-H	Fenol	Polyester
2949,52	C-H	Alkana	Polyester
1716,43	C=O	Ester	Polyester
1598,91	C=C	Aromatic	Polyester
1579,14	C=C	Aromatic	Polyester
1493,08	C-H	Alkana	Cellulose
1448,71	C-H	Alkana	Cellulose
1371,52	C-H	Alkana	Cellulose
1253,61	C-O	Ester	Polyester
1115,22	C-O	Ester	Polyester
1064,89	C-O	Ester	Cellulose
979,45	C-H	Aromatic	Cellulose
775,43	C-H	Aromatic	Cellulose
741,16	C-H	Aromatic	Cellulose
699,60	C-H	Alkena	Polyester

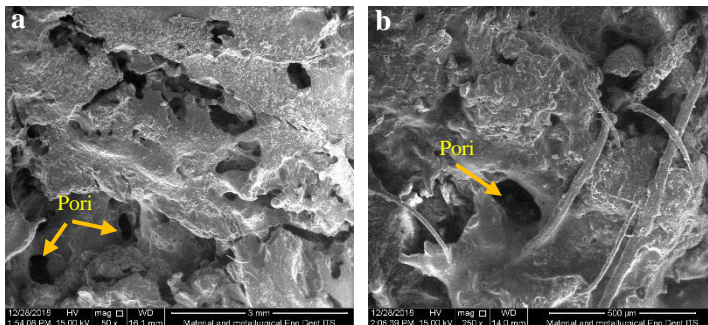
Tabel 4.3 menunjukkan Daerah serapan komposit UPR dengan penambahan Nanoselulosa 6% dan serbuk bambu betung 15%. Puncak serapan  $3433,22 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan ikatan O-H yang mewakili gugus fenol. Pada puncak serapan  $2929,52 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan ikatan C-H yang mewakili gugus Alkana.

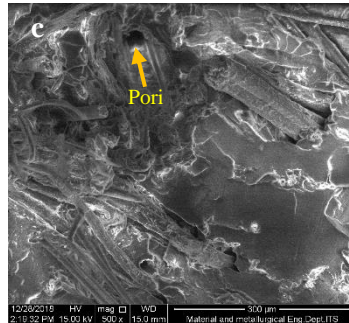


Pada puncak serapan  $1716,46\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan ikatan C-O yang mewakili gugus Ester. Sedangkan pada puncak serapan  $1598,91\text{ cm}^{-1}$  dan  $1579,14\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan ikatan C=C yang mewakili gugus Aromatic. Pada daerah serapan  $1493,08\text{ cm}^{-1}$ ,  $1448,71\text{ cm}^{-1}$ , dan  $1371,52\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan ikatan C-H yang mewakili gugus Alkana. Sedangkan pada daerah serapan  $1253,61\text{ cm}^{-1}$ ,  $1115,22\text{ cm}^{-1}$ , dan  $1064,89\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan ikatan C-O yang mewakili gugus Ester. Pada daerah serapan  $979,45\text{ cm}^{-1}$ ,  $775,43\text{ cm}^{-1}$ , dan  $741,16\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan ikatan C-H yang mewakili gugus Aromatic. Dan pada puncak serapan  $699,60$  menunjukkan ikatan C-H yang mewakili gugus Alkena.

### 4.3 Analisa SEM

Analisa SEM bertujuan untuk mengetahui morfologi, pori, serta bentuk partikel dari komposit UPR/Nanoselulosa dan komposit UPR/Nanoselulosa/Serbuk bambu betung.





Gambar 4.5 Hasil Uji SEM (a) UPR/Nanoselulosa 6% (b) UPR/Nanoselulosa 6%, serbuk bambu betung 5% (c) UPR/Nanoselulosa 6%, serbuk bambu betung 15%

Gambar 4.5(a) menunjukkan hasil SEM dari komposit UPR dengan penambahan nanoselulosa 6%. Dengan penambahan nanoselulosa 6% menunjukkan adanya pori yang tidak beraturan dan nanoselulosa yang tersebar tidak merata. Hal ini disebabkan karena nanoselulosa memiliki kemampuan untuk menambah pori (Syagan, 2009).

Gambar 4.5(b) menunjukkan hasil SEM dari komposit UPR dengan penambahan nanoselulosa 6% dan serbuk bambu betung 5%. Dengan penambahan tersebut menunjukkan adanya pori yang lebih sedikit, adanya serbuk bambu yang berbentuk serat, dan persebaran nanoselulosa tidak merata atau cenderung menggumpal. Penggumpalan dari nanoselulosa tersebut disebabkan karena nanopartikel dari nanoselulosa tersebut teraglomerasi membentuk gumpalan-gumpalan. Aglomerasi disebabkan oleh gaya tarik menarik Van Der Waals antar nanopartikel tersebut (Othman, 2012)



Gambar 4.5(c) menunjukkan hasil SEM dari komposit UPR dengan penambahan nanoselulosa 6% dan serbuk bambu betung 15%. Terlihat persebaran nanoselulosa yang kurang merata dan semakin bertambahnya fraksi massa serbuk bambu betung menjadikan pori semakin berkurang.

#### 4.4 Analisa Koefisiensi Absorpsi Suara

Uji koefisiensi absorpsi suara bertujuan untuk mengetahui nilai koefisiensi absorpsi suara dari komposit. Nilai  $\alpha$  bersikar antara 0 sampai 1, semakin mendekati 1 maka sifat material dalam menyerap dan meredam bunyi semakin baik. . Jika  $\alpha$  bernilai 0 maka tidak ada bunyi yang diserap oleh material tersebut sedangkan jika  $\alpha$  bernilai 1 maka 100 % bunyi yang datang diserap oleh material tersebut. Tabel 4.4 merupakan hasil uji komposit UPR/Nanoselulosa 6% dengan fraksi massa serbuk bambu 0%, 5%, dan 15%.

Tabel 4.4 Pengaruh Penambahan Fraksi Massa Serbuk Bambu  
Betung terhadap Nilai Koefisiensi Absorpsi Suara  
UPR/Nanoselulosa 6%

Frekuensi (Hz)	Nilai $\alpha$ pada Fraksi Massa		
	0%	5%	15%
125	0.01	0.04	0.05
250	0.05	0.12	0.08
500	0.05	0.12	0.1
1000	0.07	0.64	0.11
2000	0.15	0.27	0.07



Dari tabel 4.4 diatas dapat diketahui bahwa nilai koefisiensi absorpsi suara setiap spesimen berbeda-beda. . Ini dikarenakan perbedaan komposisi yang menyebabkan perbedaan kerapatan ataupun ketidak homogenan spesimen (Yusuf, 2016).

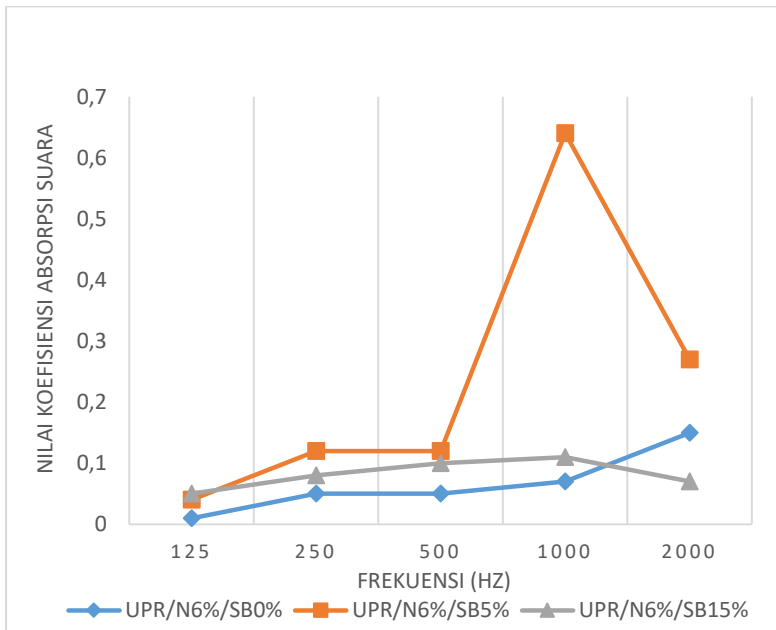
Pada komposit UPR dengan penambahan nanoselulosa 6% menunjukkan nilai koefisiensi absorpsi suara yang meningkat seiring dengan peningkatan frekuensi. Nilai koefisiensi absorpsi suara tertinggi pada komposit ini terjadi pada frekuensi 2000Hz dengan nilai  $\alpha$  sebesar 0,15.

Pada komposit UPR dengan penambahan nanoselulosa 6% dan serbuk bambu betung 5% cenderung meningkat sampai pada frekuensi 1000Hz dan turun pada frekuensi 2000Hz. Nilai koefisiensi absorpsi suara tertinggi pada komposit ini terjadi pada frekuensi 1000Hz dengan nilai  $\alpha$  sebesar 0,64, yang mana mempunyai arti 64% suara yang terserap. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi penyerapan suara yaitu massa jenis, ketebalan material, porositas, dan tortuosity (Parthraj et al, 2014). Tortuosity menyatakan keadaan struktur dalam material yaitu ketidakaturan pori – porinya. Semakin tinggi derajat tortuosity maka semakin baik sifat penyerapan suara dari suatu material karena aliran udara akan semakin sulit dalam material ini (Jayaraman, 2005).

Pada komposit UPR dengan penambahan nanoselulosa 6% dan serbuk bambu 15% cenderung mengalami peningkatan sampai pada frekuensi 1000Hz dan mengalami penurunan pada frekuensi 2000Hz. Penurunan nilai koefisiensi absorpsi suara ini disebabkan karena partikel telah jenuh maka terjadi pembuangan energi yang mengakibatkan koefisiensi absorpsi



suara menurun (Sinaga, 2012). Selain itu setiap penambahan fraksi filler belum tentu menaikkan nilai  $\alpha$ , karena fraksi filler yang tinggi akan cenderung tidak homogen distribusinya, atau bisa dibilang teraglomerasi pada satu titik.



Gambar 4.6 Pengaruh Penambahan Nanoselulosa dan Serbuk Bambu Betung terhadap Koefisiensi Absorpsi suara

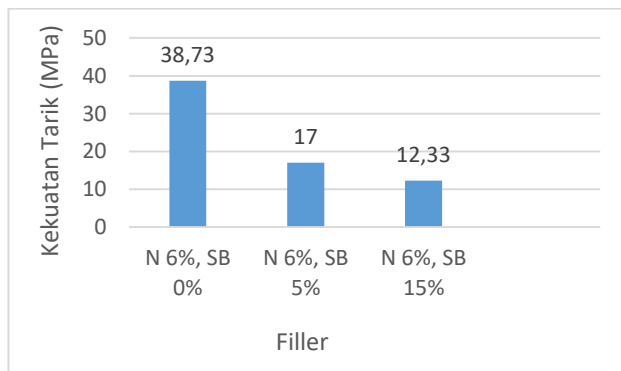
Jika dilihat dari gambar 4.6 nilai koefisiensi absorpsi suara cenderung bertambah seiring dengan penambahan fraksi massa serbuk bambu betung, namun menurun pada frekuensi 2000Hz. Hal ini disebabkan karena karakteristik material itu



sendiri dalam merefleksikan suara pada frekuensi tersebut (Jayamani, 2013). Selain itu hasil ini disebabkan oleh surface roughness dari kombinasi material polyester dan partikel nanoselulosa dan bambu betung itu sendiri. Sedangkan komposit polyester dengan penambahan nanoselulosa 6% dan serbuk bambu betung 0% semakin naik nilai  $\alpha$  nya seiring dengan semakin naiknya frekuensi menandakan bahwa material tersebut merupakan porous absorber (Howard, 2009).

#### 4.5 Analisa Kekuatan Tarik

Uji tarik dilakukan untuk mengetahui kekuatan tarik, regangan, dan nilai modulus elastisitas dari komposit. Sebagai aplikasi dashboard mobil dibutuhkan sifat mekanik yang baik.



Gambar 4.7 Grafik Kekuatan Tarik Komposit  
UPR/Nanoselulosa/SB

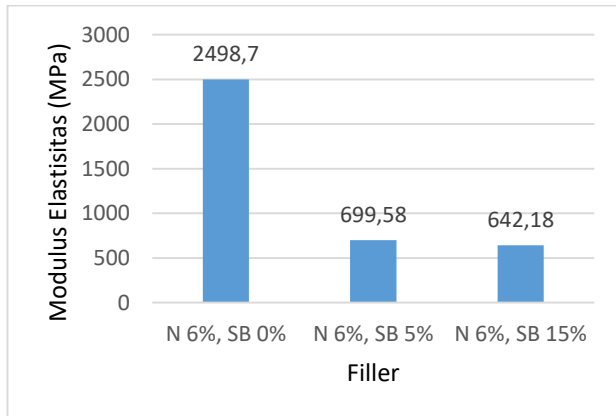
Dari gambar 4.7 diatas terlihat adanya penurunan kekuatan tarik seiring dengan bertambahnya fraksi massa





serbuk bambu betung. Kekuatan tarik tertinggi terdapat pada komposit UPR dengan penambahan Nanoselulosa 6% yaitu sebesar 38,73 MPa. Hal ini membuktikan bahwa penambahan nanoselulosa 6% mengoptimalkan kemampuan polyester untuk dapat mentransfer dan mendistribusikan tegangan (Rosamah, 2016). Jika dibandingkan dengan kekuatan tarik dashboard mobil yang berbahan material ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene) yang memiliki kekuatan tarik sebesar 20-40 MPa, maka komposit UPR dengan penambahan nanoselulosa 6% sudah memenuhi standar.

Sedangkan kekuatan tarik menurun pada komposit UPR/Nanoselulosa 6% dengan penambahan serbuk bambu betung 5% dan 15% memiliki kekuatan tarik sebesar 17 MPa dan 12,33 MPa. Hal ini dikarenakan semakin banyaknya filler yang teraglomerasi menyebabkan wetting yang lemah dan mempengaruhi mekanisme transfer tegangan, wetting yang lemah memiliki kecenderungan untuk membentuk banyaknya rongga yang dapat menurunkan kekuatan tarik (Rosamah, 2016). Selain itu adanya lignin dapat membuat material menjadi getas karena resin polyester tidak meresap sepenuhnya pada serat bambu, sehingga ikatan antara matriks dan filler tidak kuat dan menyebabkan kekuatan tariknya menurun. Jika dibandingkan dengan material ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene) yang mana belum memenuhi standar untuk kekuatan tarik dashboard mobil.



Gambar 4.8 Grafik Nilai Modulus Elastisitas Komposit  
UPR/Nanoselulosa/SB

Dari gambar 4.8 diatas terlihat adanya penurunan nilai modulus elastisitas seiring dengan bertambahnya fraksi massa serbuk bambu betung. Nilai modulus elastisitas tertinggi terdapat pada komposit UPR dengan penambahan Nanoselulosa 6% yaitu sebesar 2498,7 MPa. Hal ini dikarenakan penambahan nanoselulosa 6% dan serbuk bambu betung memiliki kekakuan yang rendah dibanding dengan penambahan serbuk bambu 5% dan 15%. Jika dibandingkan dengan kekuatan tarik dashboard mobil yang berbahan material ABS High Impact yang memiliki nilai modulus elastisitas sebesar 1-2,5 Gpa (1000-2500 MPa), maka komposit UPR dengan penambahan nanoselulosa 6% sudah memenuhi standar.



Sedangkan komposit UPR/Nanoselulosa 6% dengan penambahan serbuk bambu betung 5% dan 15% memiliki nilai modulus elastisitas sebesar 699,58 MPa dan 642,18 MPa. Menurunnya nilai modulus elastisitas ini dikarenakan partikel nano dan serbuk bambu betung memiliki kecenderungan untuk aglomerasi yang mana dapat meminimalkan luas permukaan mereka dan menurunkan adhesi antara matriks dan filler yang menyebabkan kekakuan semakin bertambah sehingga nilai modulus elastisitas menurun. Jika dibandingkan dengan material ABS maka nilai modulus elastisitas penambahan ini belum memenuhi standar dashboard mobil

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari hasil analisis yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa komposit polyester/nanoselulosa/serbuk bambu betung menghasilkan :

1. Pengaruh penambahan nanoselulosa dan serbuk bambu betung menghasilkan pembetukan pori, semakin bertambahnya fraksi massa serbuk bambu betung pori semakin kecil dan tidak beraturan, nilai  $\alpha$  cenderung meningkat seiring bertambahnya frekuensi dan menurun pada frekuensi 2000 Hz, nilai  $\alpha$  optimum pada frekuensi 1000 Hz sebesar 0,64 pada komposit polyester/nanoselulosa 6%/serbuk bambu betung 5%.
2. Penambahan nanoselulosa dan serbuk bambu betung cenderung menurunkan kekuatan tarik dan nilai modulus elastisitas seiring dengan penambahan fraksi massa serbuk bambu betung, kekuatan tarik dan nilai modulus elastisitas terbaik sebesar 38,73 MPa dan 2,49 Gpa pada fraksi massa nanoselulosa 6% dan serbuk bambu betung 0% .

#### **5.2 Saran**

Untuk penelitian selanjutnya agar lebih baik disarankan :

1. Menambah persen berat nanoselulosa dan mengurangi persen berat serbuk bambu betung agar memiliki sifat absorpsi suara yang lebih baik dan sifat mekanik yang lebih baik
2. Menggunakan serat alam lain yang dapat meningkatkan nilai koefisiensi absorpsi suara dan sifat mekanik komposit.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bhagwan D, Agarwal. *Analysis and Performance of Fiber Composite*. John Wiley & Sons. New York. (1980)
- Ching, F.D.K. 2007. *Form, Space, and Order*. John Wiley and Sons. New York.
- Doelle, L.L. 1990. *Akustik Lingkungan*. Erlangga. Jakarta.
- Farid, M, H. Ardhyanta, V. M. Pratiwi, S. P. Wulandari. 2015. *Correlation between Frequency and Sound Absorption Coefficient of Polymer Reinforced Natural Fibre*. Advanced Materials Research, Vol. 1112, pp. 329-332.
- Frank A., 1998, *Cassis, Polyester and Vinyl Ester Resins*, Chapman and Hall.
- Haezer, Hizkia Eben, Moh. Farid. 2016. *Analisa Sifat Akustik dan Morfologi Material Komposit Polypropylene Berpenguat Serat Bambu dan Rami*. Tugas Akhir Program Sarjana Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Haygreen, J. G. dan J. L. Bowyer. 1996. *Hasil Hutan dan Ilmu Kayu*. Terjemahan Gadjah. Mada University. Yogyakarta.
- Janssen, JJA. (1987). *The Mechanical Properties of Bamboo*: 250-256. In Rao, A.N., Dhanarajan, and Sastry, C.B., Recent Research on Bamboos, The Chinese Academy of Forest, People's Republic of China, and IDRC, Canada
- Kang, J. 2007. *Urban Sound Environment*. Taylor and Francis. London.
- Khuriati, A. dkk. 2006. *Disain Peredam Suara Berbahan Dasar Sabut Kelapa dan Pengukuran Koefisien Penyerapan Bunyinya*. Semarang: UNDIP.

- Kumar, M. Surendra; Neeti Sharma; B.C. Ray. 2009. *Structural Integrity of Glass/Polyester Composites at Liquid Nitrogen Temperature*. Journal of Reinforced Plastics and Composites, Vol. 28, 1297-1304
- Ioelovich, M., *Optimal Conditions for Isolation of Nanocrystalline Cellulose Particles*. Nanocrystals and Nanotechnology, 2012, 2(2), 9-13
- Michael, E. S. (2013). *Daya Serap Air dan Kandungan Serat (Fiber Content) Komposit Poliester Tidak Jenuh (unsaturated polyester) berpengisi serat tandan kosong sawit dan selulosa*. Jurnal Teknik Kimia USU, 17-21.
- Othman, S. H., Rashid, S. A., Ghazi, T. I., & Abdullah, N. (2012). *Dispersion and Stabilization of Photocatalytic TiO<sub>2</sub> Nanoparticles in Aqueous Suspension for Coatings Applications*. Journal of Nanomaterials, 1-11.
- Peng, Limin; Boqi Song; Junfeng Wang; Dong Wang. 2014. *Mechanic and Acoustic Properties of the Sound-Absorbing Material Made from Natural Fiber and Polyester*. Advances in Materials Science and Engineering, 1-5
- Rosamah, Enih. 2016. *Properties Enhancement Using Oil Palm Shell Nanoparticles Polyester Composite*. Advance Composite Materials
- Rosidah, Afira Ainur, Moh. Farid. 2017. *Studi Bahan Akustik Silicone Rubber Berpori Berpenguat Nano Selulosa Dari Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit*. Tugas Akhir Program Sarjana Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Satwiko, P. 2009. *Fisika Bangunan*. Andi. Yogyakarta
- Sulistijono. 2012. *Mekanika Material Komposit*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember : Surabaya

Svagan, A.J., Jensen, P., Berglund, L.A., Furó, I., and Dvinskikh, S.V. 2010. *Towards Tailored Hierarchical Structures in Starch-Based Cellulose Nanocomposites Prepared by Freeze Drying*. J. Mater. Chem. Vol. 20. Hal. 6646

*(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)*



## LAMPIRAN A

### (Perhitungan Massa Spesimen Komposit)

Density	g/cm <sup>3</sup>
1 Polyester	1,09
2 Styren Monomer	0,909
3 Katalis	1,17
4 Nanoselulosa	1,6
5 Serbuk Bambu	1,38

#### Rule of Density

$$d_{\text{produk}} = d_A \cdot f_A + d_B \cdot f_B + d_C \cdot f_C + d_D \cdot f_D + d_E \cdot f_E$$

$d_{\text{produk}}$  = densitas produk (g/cm<sup>3</sup>)

$d_A$  = densitas A (g/cm<sup>3</sup>)

$d_B$  = densitas B (g/cm<sup>3</sup>)

$d_C$  = densitas C (g/cm<sup>3</sup>)

$d_D$  = densitas D (g/cm<sup>3</sup>)

1. Polyester + styren monomer +  
katalis + nanoselulosa 6%

2. Polyester + styren monomer + katalis +  
nanoselulosa 6% + serbuk bambu 5%

3. Polyester + styren monomer + katalis + nanoselulosa 6% +  
serbuk bambu 15%

## 1. Spesimen Uji SEM dan FTIR

V = 0,3 cm<sup>3</sup>

Fraksi

Styren					
No.	Polyester	Monomer	Katalis	Nanoselulosa	SB
1	65,471	28,059	0,47	6	0 100
2	61,9885	26,5665	0,445	6	5
3	55,0235	23,5815	0,395	6	15

Volume masing-masing = fraksi x volume spesimen

Styren					
No.	Polyester	Monomer	Katalis	Nanoselulosa	SB
1	0,19641	0,08418	0,00141	0,018	0
2	0,18597	0,0797	0,00134	0,018	0,015
3	0,16507	0,07074	0,00119	0,018	0,045

Massa masing-masing = densitas x volume

Styren					
No.	Polyester	Monomer	Katalis	Nanoselulosa	SB
1	0,21409	0,07652	0,00165	0,0288	0
2	0,2027	0,07245	0,00156	0,0288	0,021
3	0,17993	0,06431	0,00139	0,0288	0,062

## 2. Spesimen Uji Absorpsi Suara

V = 78,5 cm<sup>3</sup>

Fraksi

Styren					
No.	Polyester	Monomer	Katalis	Nanoselulosa	SB
1	65,471	28,059	0,47	6	0
2	61,9885	26,5665	0,445	6	5
3	55,0235	23,5815	0,395	6	15

Volume masing-masing = fraksi x volume spesimen

Styren					
No.	Polyester	Monomer	Katalis	Nanoselulosa	SB
1	51,3947	22,0263	0,36895	4,71	0
2	48,661	20,8547	0,34933	4,71	3,925
3	43,1934	18,5115	0,31008	4,71	11,78

Massa masing-masing = densitas x volume

Styren					
No.	Polyester	Monomer	Katalis	Nanoselulosa	SB
1	56,0203	20,0219	0,43167	7,536	0
2	53,0405	18,9569	0,40871	7,536	5,417
3	47,0809	16,8269	0,36279	7,536	16,25

### 3. Spesimen Uji Tarik

V = 10,9725 cm<sup>3</sup>

Fraksi

Styren					
No.	Polyester	Monomer	Katalis	Nanoselulosa	SB
1	65,471	28,059	0,47	6	0 100
2	61,9885	26,5665	0,445	6	5
3	55,0235	23,5815	0,395	6	15

Volume masing-masing = fraksi x volume spesimen

Styren					
No.	Polyester	Monomer	Katalis	Nanoselulosa	SB
1	7,18381	3,07877	0,05157	0,65835	0
2	6,80169	2,91501	0,04883	0,65835	0,549
3	6,03745	2,58748	0,04334	0,65835	1,646

Massa masing-masing = densitas x volume

Styren					
No.	Polyester	Monomer	Katalis	Nanoselulosa	SB
1	7,83035	2,79861	0,06034	1,05336	0
2	7,41384	2,64974	0,05713	1,05336	0,757
3	6,58082	2,35202	0,05071	1,05336	2,271

## LAMPIRAN B

### (Hasil Uji Koefisiensi Absorpsi Suara)



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS ILMU ALAM  
DEPARTEMEN FISIKA

Kampus ITS Sukolilo – Surabaya 60111  
Telp: 031-5943351, Fax: 031-5943351, PABX: 1210  
<http://www.physics.its.ac.id>

#### SURAT KETERANGAN PENGUJIAN


- I. DATA BAHAN
- 1.1 pengirim : Mimi
  - 1.2 Jenis / Merk : Teknik Material ITS
  - 1.3 Contoh diterima : 21 Desember 2018
  - 1.4 Tanggal Pengujian : 02 Januari 2018
  - 1.5 jenis pengujian : Koefisien penyerapan Suara ( $\alpha$ )
- II. HASIL PENGUJIAN
- Koefisien penyerapan Suara ( $\alpha$ )

Frekuensi	Nilai $\alpha$ pada bahan		
	Hitam	Putih	Coklat
125	0.05	0.01	0.04
250	0.08	0.05	0.12
500	0.1	0.05	0.12
1000	0.11	0.07	0.64
2000	0.07	0.15	0.27

- III. KESIMPULAN
1. Hasil koefisien penyerapan suara yang diperoleh rata-rata material bersifat reflektif, terkecuali pada sampel yang ketiga (warna coklat) bersifat absorbtif pada frekuensi di atas 1000 Hz
- Keterangan :
- Hasil uji ini hanya berlaku untuk jenis dan kualitas bahan yang sama, dari contoh uji yang diterima.

Surabaya, 15 Januari 2019.

Koordinator Laboratorium Akustik  
Departemen FISIKA FIA ITS

  
Dr. Suyatno  
NIP 1976 0620200212 1 004

*(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)*

## LAMPIRAN C

### (Perhitungan Kekuatan Tarik dan Modulus Elastisitas)

#### 1. Hasil Uji Tarik

Material	W (kN)	$\Delta L$ (mm)
I	2,576	2,57
II	1,131	4,01
III	0,820	3,18

Keterangan :

Material I = UPR/N6%

Material II = UPR/N6%/SB5%

Material III = UPR/N6%/SB15%

#### 2. Perhitungan

$$A_0 = 19 \text{ mm} \times 3,5 \text{ mm} = 66,5 \text{ mm}^2$$

$$L_0 = 165 \text{ mm}$$

Material	$\sigma = \frac{W}{A_0}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$ (%)	$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$ (N/mm <sup>2</sup> )
I	38,73	1,55	2498,7
II	17	2,43	699,58
III	12,33	1,92	642,18

Keterangan:

W = Gaya Tarikan (kN)

$\Delta L$  = Pertambahan Panjang (mm)

$A_0$  = Luas Penampang (mm<sup>2</sup>)

$L_0$  = Panjang awal (mm)

$\sigma$  = Kekuatan Tarik (N/mm<sup>2</sup>)

$\varepsilon$  = Regangan (%)

E = Modulus Elastisitas (N/mm<sup>2</sup>)

*(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)*



## **BIODATA PENULIS**



Penulis bernama lengkap Mimi Nur Indah Sari, lahir di Bojonegoro pada tanggal 25 Maret 1996. Penulis anak pertama dari tiga bersaudara dari pasangan Mali Hendian dan Siti Nurhidayati. Penulis telah menempuh pendidikan di SDN 02 Padangan, lalu di SMPN 1 Padangan, SMAN 1 Cepu, dan melanjutkan pendidikan di Institut Teknologi Sepuluh Nopember pada tahun 2014. Semasa kuliah penulis aktif pada kegiatan organisasi di ITS, tepatnya di HMMT FTI-ITS pada kepengurusan 2015-2016, LDJ Ash-Haabul Kahfi pada kepengurusan 2015-2017. Selain itu mempunyai pengalaman kerja praktek di PT.Pertamina EP Asset 4 Field Cepu. Penulis mengambil topik mengenai material inovatif (komposit) untuk tugas akhir di Departemen Teknik Material FTI-ITS.